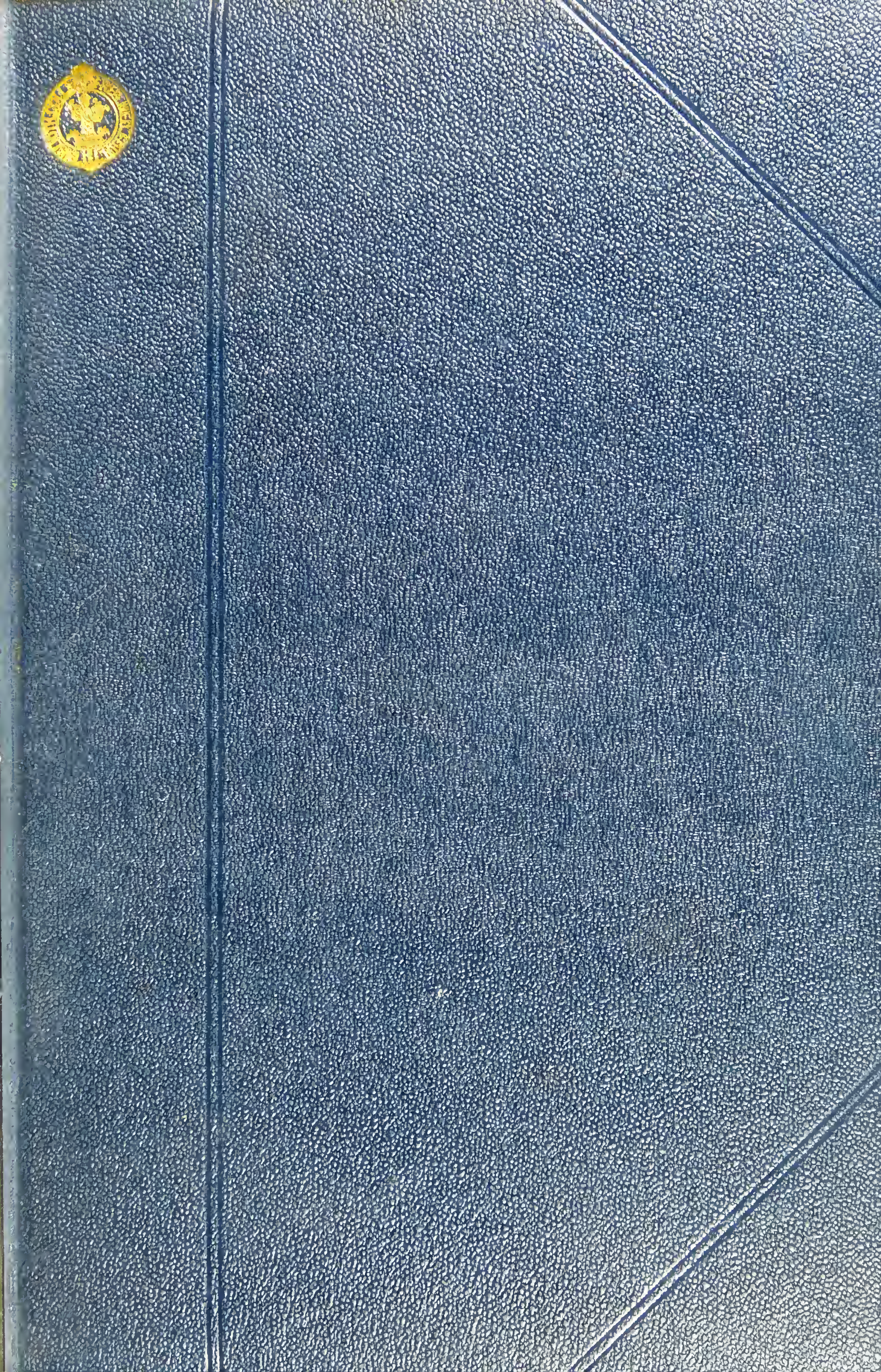






ÜBER DEN

EINFLUSS HOHER HITZE

AUF DIE

STELLUNG VON LEICHEN

UND ÜBER

WÄRMESTARRE.

ÜBER DEN

EINFLUSS HOHER HITZE

AUF DIE

STELLUNG VON LEICHEN

UND ÜBER

WÄRMESTARRE.

EXPERIMENTELLE STUDIEN

VON

SANITÄTSRATH DR. FRIEDRICH MAYER

LANDESGERICHTS- UND STRAFHAUSARZT IN CZERNOWITZ.

MIT 10 ABBILDUNGEN IM TEXTE.



WIEN UND LEIPZIG.

WILHELM BRAUMÜLLER

K. U. K. HOF- UND UNIVERSITÄTS-BUCHHÄNDLER.

1898.

Druck von Friedrich Jasper in Wien.

Vorwort.

Die vorliegende Schrift verdankt ihre Entstehung den verschiedenartigen Erklärungen, welche über die Ursachen der merkwürdigen Gliederstellungen verbrannter Leichen gegeben wurden.

Als im Jahre 1896 Dr. Franz Neugebauer in der Internationalen photographischen Wochenschrift für Medicin und Naturwissenschaften einen casuistischen Fall veröffentlichte, wo eine hochgradig verbrannte Leiche in der Knieellenbogenlage — eine bisher bei verbrannten Leichen nicht beobachtete und verschiedenartig deutbare Leichenstellung — gefunden wurde, entschloss ich mich, durch experimentelle Studien die Ursachen dieser merkwürdigen Gliederstellungen zu erforschen.

So mühevoll auch diese Experimente waren, so befriedigten mich schliesslich die Resultate derselben, weil durch diese einige bisher offene Fragen ihre Lösung gefunden zu haben scheinen.

Da die mir gestellte Aufgabe bisher, wahrscheinlich des anscheinend viel zu geringen praktischen Werthes wegen, wenig Beachtung fand, so konnte ich auch in der Literatur wenig Anhaltspunkte finden und war nur auf meine eigenen Experimente angewiesen, weshalb letztere umso sorgsamer und zahlreicher durchgeführt werden mussten, um meine Schlüsse so viel als möglich vor Fehlern zu schützen.



Inhalts-Verzeichniss.



Einleitung.

Die Lehre vom Verbrennungstode ist in neuerer Zeit der wissenschaftlichen Forschung in grösserem Masse unterzogen worden als ehedem. So findet man in den Lehrbüchern der gerichtlichen Medicin bis gegen das Ende der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts das Capitel »Verbrennung« gar nicht behandelt und nur in einigen wird der Selbstverbrennung mit wenigen Worten gedacht. Die Lückenhaftigkeit in der Kenntniss der Veränderungen der Gewebe des menschlichen Körpers, welche durch die Verbrennung hervorgerufen werden, sowie andererseits das geringe Interesse, welches das Strafgesetz dafür hat, da ja Verbrennungen von Menschen meistens nur unglücklichen Zufällen zuzuschreiben sind, hatten diese Theilnahmslosigkeit für eine so wichtige Frage verursacht.

Erst der berühmte Mord an der Gräfin Görlitz hat in der Verbrennungsfrage in forensisch-medicinischer Beziehung einen Wendepunkt veranlasst, insoferne als das Interesse für gewisse, äusserst wichtige gerichtsärztliche Fragen wachgerufen wurde. Liebig, Bischof u. A., welche dieses Processes wegen eigens Untersuchungen anstellten, hatten die Veränderungen des menschlichen Körpers durch Verbrennung von Neuem zum Gegenstande der Forschung gemacht, und zwar, wie Möckel meint, zu dem Behufe, um den Werth der Zeichen, die aus den Experimenten der Genannten und aus der Untersuchung von durch Feuer zufällig Getödteten gewonnen worden waren, zu bestätigen, andererseits und hauptsächlich als eine für die forensische Medicin umso wichtigere Aufgabe, um die widersprechenden Angaben über den Werth der einzelnen Zeichen zu sichten.

Im Anfange der Fünfzigerjahre erschienen die so eingehenden Arbeiten von Günsburg[1], Casper[2], Maschka[3], denen sich in

[1] Günsburg, Ueber den Tod durch Verbrennung. Zeitschrift für klinische Medicin. 1853.

[2] Casper, Gerichtliche Leichenöffnungen. Erstes Hundert. 1851.

[3] Maschka, Einiges über Verbrennungen in gerichtsärztlicher Beziehung. Prager Vierteljahrsschrift. 1852, IX, 3.

den Jahren 1875 und 1876 die Arbeiten v. Hofmann's[1], Blumenstok's[2]) und später die Arbeiten von Jastrowitz[3]), Zillner[4]) und Schjerning[5]) anschlossen. Die schweren Unglücksfälle bei den Theaterbränden der neuesten Zeit, des Ringtheaters in Wien, der komischen Oper in Paris, des Theaters in Nizza etc. vervollkommneten die Erfahrungen über Verbrennungen und stellten so manche bis dahin noch zweifelhafte Ansichten fest. Alle früher vorgenommenen Untersuchungen und Experimente befassten sich hauptsächlich mit den für den Arzt und Gerichtsarzt wichtigsten Fragen, und zwar mit der Ursache des während oder unmittelbar nach der Einwirkung hoher Hitzegrade erfolgten Todes, ferners mit den durch die Verbrennung bedingten Veränderungen der Organe und Gewebe und schliesslich mit den Merkmalen, welche die Verbrennung einerseits am lebenden und andererseits am todten Körper erzeugt. Die letzteren zwei Fragen sind für den Gerichtsarzt von besonderer Bedeutung und haben deshalb auch die meisten Fachleute besonders interessirt.

Eine Erscheinung bei verbrannten oder vielmehr verkohlten Leichen, der wohl bis jetzt keine forensische Wichtigkeit abgewonnen werden konnte, nämlich die Stellungsveränderung der Extremitäten, wurde schon seit jeher der auffallenden, bizzaren Formen wegen, welche die Leichen annehmen, beobachtet, aber die Erklärung für die Ursache dieser Erscheinung fiel verschieden aus. Während man in früheren Zeiten den Schmerz und die Krämpfe der Verbrennenden als Ursache hiefür ansah, hat man in neuerer Zeit die Beobachtung Kühne's,

---

[1]) Professor E. v. Hofmann, Beitrag zur Lehre von der forensischen Beurtheilung von Verbrennungen. Prager Vierteljahrsschrift für praktische Heilkunde. 1870, Band CV. — Derselbe, Beobachtungen an verbrannten Leichentheilen. Wiener medicinische Wochenschrift. 1875, Nr. 19 und 20. — Derselbe, Weitere Beobachtungen an verkohlten Leichen. Wiener medicinische Wochenschrift. 1876, Nr. 7 und 8.

[2]) Professor Dr. Blumenstok, O zmianach na zwłokach zwęglonych. Przegląd lekarski. 1875, Band XIV, pag. 421. — Derselbe, Die verkohlte Leiche eines hochbetagten Weibes. Casuistischer Fall. Wiener medicinische Wochenschrift. 1876, Nr. 15 und 16.

[3]) Jastrowitz, Ueber den Tod durch Verbrennen vom gerichtsärztlichen Standpunkte. Vierteljahrsschrift für gerichtliche Medicin. 1880, Band XXXII, Heft 1.

[4]) Zillner, Ein Beitrag zur Lehre von der Verbrennung. Vierteljahrsschrift für gerichtliche Medicin. 1882, Band XXXVII.

[5]) Schjerning, Ueber den Tod in Folge von Verbrennung und Verbrühung. Vierteljahrsschrift für gerichtliche Medicin. 1884 und 1885, Band XLI und XLII.

dass Muskeln bei einer Erwärmung von 49—50° wärmestarr werden, für die Erklärung dieser Erscheinung heranzuziehen gesucht. Nur Strassmann[1]), Zillner, Brouardel[2]) und Becker[3]) machen eine Ausnahme.

Der Erstere gibt an, dass in Folge der Schrumpfung der verbrannten Muskeln oft in ganz bizarrer Weise eine Krümmung der Glieder eintrat (Fechterstellung), und Zillner sagt: »Dieselben sind jedoch wohl durch die Wärmestarre und die durch die länger dauernde Hitze bedingte Austrocknung veranlasst. Da mit beiden Vorgängen eine Schrumpfung und Verkürzung der Muskelfasern verbunden ist, so werden die Gelenke nach der Richtung der vorwiegend betroffenen Muskeln gestellt.«

Brouardel macht die in der Spaltbarkeitsrichtung erfolgte Zusammenziehung der Haut für die nach Devergie benannte attitude de combat (Fechterstellung) verantwortlich, während J. Becker wohl auch durch die Wärmestarre die gewisse Stellungsveränderung des Körpers als die Gleichgewichtsstellung der oberflächlichen Muskeln (position of superficial muscular equilibrium) erklärt, aber das Zustandekommen derselben davon abhängig macht, ob die Verbrennung vor oder nach dem Eintritte der Todtenstarre geschah. Becker ist nämlich der Ansicht, dass bei Einwirkung von Flamme auf einen noch nicht todtenstarren Leichnam sich zuerst die oberflächlichen, massigeren Muskeln in Folge der Wärmestarre contrahiren und so eine bestimmte Stellung des Körpers bedingen, die er als die Resultante aller oberflächlichen Muskelkräfte, als die Gleichgewichtsstellung aller oberflächlichen Muskeln bezeichnet. Er gibt sogar eine typische, durch die Verbrennung hervorgerufene Stellungsveränderung an und behauptet, dass dieselbe bei allen verbrannten Leichnamen, vorausgesetzt dass sie noch nicht todtenstarr waren, dieselbe ist. War aber der Leichnam, als er verbrannt wurde, schon todtenstarr, so trete keine bestimmte Stellung auf.

Diese verschiedene Deutung der gewissen Fechterstellung verbrannter oder verkohlter Leichname einerseits, andererseits aber und namentlich die unwahrscheinliche Behauptung Becker's und die Veröffentlichung eines sehr merkwürdigen Falles durch den Director der gynäkologischen Klinik des evangelischen Hospitals in Warschau.

[1]) Professor Dr. Strassmann, Lehrbuch der gerichtlichen Medicin. Stuttgart 1895.

[2]) Brouardel, Annales d'hygiène publique et médecine legale. Juillet 1895, Tome XXXIV, Nr. 1.

[3]) Becker J., British medical Journal. 1896, June 16, pag. 1297.

Dr. Franz Neugebauer[1]), in dem ein bis zur Unkenntlichkeit verkohlter Leichnam in der Knieellenbogenlage (Stellung à la vache) gefunden wurde, veranlasste mich, auf experimentellem Wege die Ursache der durch Verbrennung und Verkohlung veranlassten Stellungsveränderung der Extremitäten zu studiren.

Zu diesem Behufe stellte mir Herr Hofrath Professor Doctor E. Ritter v. Hofmann die Behelfe seines Institutes und das nothwendige Material zur Verfügung, wofür ich ihm meinen verbindlichsten Dank sage.

Da eine Stellung à la vache bei Leichen Verbrannter in der Literatur bis jetzt nicht angeführt wird, für das Zustandekommen derselben verschiedene Ursachen angenommen werden können, machte ich den Fall Neugebauer's zur Grundlage meiner Studien.

Im Falle Neugebauer's wäre nun die Frage zu erörtern, ob der Verunglückte nicht in selbstmörderischer Absicht sich vorerst die Kleider mit Petroleum stark beschüttet und imprägnirt, hierauf in der mit Absicht eingenommenen Knieellenbogenlage sich angezündet hätte, welche Stellung durch die momentan eingetretene Wärmestarre oder etwa durch kataleptische Todtenstarre fixirt wurde, oder ob etwa diese Stellung post mortem durch die durch Einwirkung hoher Hitzegrade entweder in Folge Wärmestarre oder Schrumpfung der Muskeln hervorgerufene Verkürzung derselben entstanden ist.

Letztere Annahme setzt eine derartige Verkürzung der Muskeln voraus, dass selbst bedeutende Locomotionen der Gliedmassen durch dieselbe veranlasst würden, während die erstere Annahme nur in der Voraussetzung ihre Begründung findet, dass die Wärmestarre im Momente der Einwirkung hoher Hitzegrade auf das Individuum eintritt. Letztere Ansicht vertritt v. Hofmann[2]), indem er annimmt, dass der momentane Tod bei Individuen, die unmittelbar in die Feuersgluth gelangten, zunächst wohl durch Gerinnung der organischen Flüssigkeiten (Wärmestarre in den Muskeln, insbesondere Zwerchfell und Herz) erfolgt.

Auch Jastrowitz[3]) und Selinger[4]) glauben in der schnellen Lähmung der Athmungs- und Herzmusculatur, welche die Wärmestarre

[1]) Neugebauer, Mord oder Selbstmord? Internationale photographische Monatsschrift für Medicin und Naturwissenschaften. Leipzig 1896. III. Jahrgang.

[2]) Professor E. v. Hofmann, Weitere Beobachtungen an verkohlten Leichen. Wiener medicinische Wochenschrift. 1876, Nr. 7 und 8.

[3]) Jastrowitz, Ueber den Tod durch Verbrennen vom gerichtsärztlichen Standpunkte. Vierteljahrsschrift für gerichtliche Medicin. 1880, Band XXXII. Heft 1.

[4]) Selinger, Tod durch Verbrennung vom gerichtsärztlichen Standpunkte. Vierteljahrsschrift für gerichtliche Medicin. 1887, Band XLVII.

herbeiführt, den momentanen Tod Verbrannter am ungezwungensten erklären zu können.

Nach dieser Ansicht müsste also unmittelbar nach Einwirkung der Verbrennungshitze auf die Körperoberfläche eine Temperatur von mindestens + 53° alle die Musculatur bedeckenden Gewebe, wie Haut, Unterhautzellgewebe und Fascie durchdringen, um die Eiweisskörper in der Musculatur zur Gerinnung zu bringen, ja es müsste diese Temperatur selbst sogleich in die Körperhöhlen eindringen, um die Musculatur des Zwerchfells und des Herzens in sofortige Wärmestarre versetzen zu können.

Während bei dem Hitzschlag, wie Vallin[1]) bei seinem Versuchsobjecte durch von Zeit zu Zeit vorgenommene Temperaturmessungen nachgewiesen hat, die Wärmestarre des Herzens und des Zwerchfells durch langsam ansteigende Ueberhitzung des Blutes entstehe, müsste bei dem Tode durch Verbrennung in Folge des momentanen Stockens der Circulation namentlich in den Hautgefässen die Wärmestarre durch directe Einwirkung bestimmter Hitzegrade auf die Muskeln wie auch auf Zwerchfell und Herz hervorgerufen werden.

Da aber die Muskeln von Haut, Unterhautzellgewebe und Fascien bedeckt sind, so müsste die auf die Körperoberfläche einwirkende Verbrennungshitze diese Gewebe so rasch durchdringen, dass in demselben Momente zwischen Fascie und Muskeloberfläche und in dem Innern der Musculatur sowie in den Körperhöhlen zum Mindesten eine Temperatur von + 53° zu Stande kommen könnte.

Um mich von dem Zeiterfordernisse für die Durchleitung von Hitze durch die genannten Gewebe, respective von dem Wärmeleitungsvermögen derselben und der Zeit des Eintrittes der Wärmestarre bei Einwirkung verschiedener Hitzegrade auf die Körperoberfläche zu überzeugen, habe ich eine Reihe von Experimenten an lebenden und todten Hunden, sowie an menschlichen Leichen gemacht, die mir auch über den Effect der Wärmestarre, nämlich der durch dieselben hervorgerufenen Gliederstellungen Aufklärung verschaffen sollten.

Um genau messbare Temperaturen zur Anwendung bringen zu können, verwendete ich verschieden heisses Wasser von unter + 100°, als auch solches von + 100°, schliesslich übrigens auch Flammenhitze.

Die meisten Experimente wurden mit todten als auch lebenden, narkotisirten Hunden gemacht.

[1]) Vallin, Neuere Beobachtungen von Hitzschlag. Schmidt's Jahrbücher. 1871. Band CLI.

Wärmestarre.

Experimente über den Zeitpunkt des Eintretens der Wärmestarre bei Temperaturen von unter +100° und über die dabei auftretenden Gliederstellungen.

Aus denselben konnte man ersehen, dass die Wärmestarre bei Einwirkung von Temperaturen unter +100° nicht momentan eintritt, dass sie im Gegentheile je nach der Höhe der Temperatur erst in 2—6 Minuten sich einstellt. Auch erweisen die Versuche, dass bei diesem Grade der Wärmestarre immer eine regelmässig wiederkehrende typische Gliederstellung eintritt, die in Beugung der Extremitäten in sämmtlichen Gelenken besteht, eine Gliederstellung, wie ich sie bei Hunden auch in der gewöhnlichen Todtenstarre zu beobachten Gelegenheit hatte.

1. Experiment.

Ein scheckiger, kleiner, 5 *kg* schwerer Hund wurde mit reinem Chloroform zu Tode narkotisirt. Er wurde sogleich nach Constatirung des Todes in Wasser von +75° hineingeworfen, worauf langsam eine Beugung in sämmtlichen Gelenken der Extremitäten eintrat. Nach drei Minuten langem Liegen in diesem heissen Wasser hörte die Beugung auf und waren die Extremitäten in den gebeugten Gelenken so starr, dass eine Streckung nicht mehr möglich war. Während in der ersten Minute die Streckung in den sich beugenden Gelenken ohne Kraftanstrengung möglich war, wurde dieselbe in der zweiten Minute schon schwieriger und war am Ende der dritten Minute bei gewöhnlicher Kraftanstrengung gar nicht mehr möglich.

2. Experiment.

Ein junger, circa fünf Monate alter, langhaariger, 6 *kg* schwerer Hund wurde in tiefe Narkose versetzt und in diesem Zustande in 75° heisses Wasser hineingeworfen, so dass er auch mit dem Kopfe unter die Oberfläche des Wassers kam. Der Hund bewegte sich im Wasser circa 1½ Minuten, worauf eine Streckung aller vier Extremitäten (Erstickungskrämpfe) eintrat, welche aber nur kurze Zeit währte. Am Ende der zweiten Minute trat eine allmälige Beugung in sämmtlichen Gelenken der Extremitäten ein, welche am Ende der dritten Minute ihr Maximum erreichte, wie es die Abbildung sub Nr. 1 zeigt. Nach fünf Minuten langem Liegen im heissen Wasser wurde der Hund todt herausgezogen; man konnte sich ohne Weiteres von der Starrheit der gebeugten Gelenke überzeugen.

3. Experiment.

Junger, kleiner, kurzhaariger, 4 *kg* schwerer Hund wurde in tiefe Narkose versetzt, worauf die beiden hinteren Extremitäten bis zum Becken in 80° heisses Wasser eingelegt wurden. Da der Hund zu schreien und zu winseln anfing, wurde ihm der Narkotisirungskorb wieder vorgelegt.

Nachdem die hinteren Extremitäten eine halbe Minute in 80° heissem Wasser sich befunden hatten, trat Beugung in den Gelenken ein, jedoch war die Beweglichkeit in den Gelenken noch erhalten, so dass die Beugung und Streckung noch leicht möglich war. Nach einer weiteren halben Minute war die Beugung in den Gelenken eine stärkere und die Starrheit eine intensivere. Nach einer weiteren halben Minute, d. i. nach $1\frac{1}{2}$ Minuten langem Liegen in 80° heissem Wasser, war die Beugung ad maximum entwickelt und die Starrheit so ausgebildet, dass eine Bewegung in den Gelenken nicht mehr möglich war. Es wurden an dem tief narkotisirten, aber noch lebenden Hunde die Muskeln der wärmestarren hinteren Extremitäten blossgelegt und wurden die Beugemuskeln blass hellrosaroth, fast weiss gefärbt gefunden, während die Streckmuskeln an der hinteren Seite der Extremitäten noch eine mehr fleischrothe Farbe aufwiesen.

Fig. 1.



Es wurde nun die rechte vordere Extremität des in tiefer Narkose befindlichen Hundes bis an die Brust in 80° heisses Wasser hineingehalten, worauf nach einer halben Minute die schlaff herabhängende Extremität zuerst sich streckte, dann aber sich langsam beugte, so dass sie nach zwei Minuten eine rechtwinkelige Stellung im Pfotengelenke einnahm und vollkommen starr sich erwies, so dass eine Bewegung in dem rechtwinkelig gebeugten Gelenke nicht möglich war. Nach Blosslegung der Musculatur fand man dieselbe sowohl auf der Beuge- als auch Streckseite gleichmässig blass hellrosa, fast weiss gefärbt. Der noch lebende Hund wurde sodann durch Eröffnung der Carotiden getödtet und wurde demselben durch eine Oeffnung in der Bauchdecke, welche mittelst eines runden, kleinfingerdicken, spitzigen Eisenstabes in der Medianlinie des Bauches unterhalb des Schwertfortsatzes des Brustblattes, und durch eine Oeffnung im Zwerchfell,

welches durch Vorstossen des beschriebenen Eisenstabes durch das Zwerchfell gemacht wurde, ein Thermometer in den linken Thoraxraum bis in die Herzgegend eingelegt. Das Thermometer zeigte gleich nach dem Hineinstecken eine Temperatur von + 36·5°.

Der kaum verendete Thiercadaver wurde nun in eine tiefe Schüssel so hineingelegt, dass der Rücken desselben auf den Boden des Geschirres zu liegen kam.

In das Gefäss wurde so viel + 90grädiges Wasser hineingegossen, dass das ganze Thier bis auf die höchste Wölbung des Bauches, aus welchem das in den linken Brustraum eingeführte Thermometer herausragte, von diesem heissen Wasser bedeckt war. Der Theil der Bauchdecke, in welchem das Thermometer steckte, erhob sich über das Niveau des Wassers, so dass das Thermometer nicht mit dem heissen Wasser in directe Berührung kam.

Nach einer Viertelstunde, während welcher Zeit der Hund in dem heissen Wasser, das während dieser Zeit von 90° auf 75° sich abkühlte, lag, veränderte der Stand der Quecksilbersäule sich gar nicht, so dass derselbe während der ganzen Zeit eine Temperatur von 36·5° aufwies.

Die ganze Stammmusculatur war während dieser Zeit starr geworden, doch die Halsmusculatur war, da der Hals und Kopf ausserhalb des Wassers sich befanden, schlaff. Die Musculatur des Stammes erwies sich bei Blosslegung derselben wie die bei Lebzeiten wärmestarr gemachte Musculatur der Extremitäten von blassrosarother Farbe wie gekocht. Nach Eröffnung des Bauches und Brustkorbes fand man die Quecksilberkugel des Thermometers auf dem Herzbeutel aufliegend, während das Glasrohr des Thermometers durch je eine dasselbe eng umschliessende Oeffnung in der linken Zwerchfellhälfte und der Bauchdecke fixirt wurde. Die Organe der Brust- und Bauchhöhle zeichneten sich durch hochgradige Blutleere aus. Das Herz war contrahirt, die linke Vorkammer und der linke Ventrikel blutleer, die rechte Vorkammer und der rechte Ventrikel enthielten eine geringe Menge flüssigen Blutes.

4. Experiment.

Kleiner, kurzhaariger, 5 *kg* schwerer Hund wird in tiefe Narkose versetzt und in diesem Zustande seine linke hintere Extremität bis oberhalb des Hüftgelenkes in heisses Wasser von 75° eingelegt. Kaum dass diese Extremität in dem heissen Wasser sich befand, fing der Hund zu schreien und zu winseln an, weshalb ihm der Narkotisirungskorb wieder vorgelegt werden musste. Einige Secunden, nachdem die Extremität ins heisse Wasser eingelegt worden war, trat Beugung in den Gelenken derselben ein, doch war noch immer passive Beweglichkeit in den Gelenken erhalten. Nach einer Minute langem Verweilen der Extremität im heissen Wasser war die Beweglichkeit schon eine bedeutend geringere, und nach zwei Minuten war die Extremität in den gebeugten Gelenken so starr, dass eine Bewegung nicht mehr möglich war. Der Hund lebt, athmet ganz gut, Herzthätigkeit deutlich fühlbar. An der wärmestarren Extremität wurden die

Muskeln beim lebenden narkotisirten Hunde blossgelegt und findet man das aus den Blutgefässen hervorquellende flüssige Blut von hellrother Farbe.

Die Beugemuskeln an der vorderen Partie der Extremität sind blassrosa gefärbt, wie gekocht, während die Muskeln an der hinteren Seite mehr roth sind, d. h. mehr die normale Fleischfarbe zeigen.

Dem noch lebenden, aber narkotisirten Hunde wird der obere Theil der Halswirbelsäule blossgelegt und zwischen Hinterhauptsschuppe und Halswirbel ein spitziges Scalpel in den Wirbelcanal eingestochen, worauf die Athmung sistirte. Hierauf wurde der Hund in 80grädiges Wasser hineingehalten. Nach einigen Secunden begannen die Vorderfüsse sich zu strecken, während die rechte hintere Extremität gerade wie die andere, schon bei Lebzeiten wärmestarr gemachte, in den Gelenken sich allmälig beugte, doch erwiesen sich die mit einer langen Kornzange gefassten Extremitäten noch in den Gelenken beweglich, was aber am Ende der ersten Minute schon schwerer und am Ende der zweiten Minute gar nicht mehr möglich war, da sowohl die gestreckten vorderen Extremitäten, als auch die stark gebeugte rechte hintere Gliedmasse in den Gelenken starr waren; ebenso war der ganze Rumpf starr, nur der Hals, der sich nicht im heissen Wasser befunden hatte, war ganz schlaff und beweglich. An den gestreckten Vorderfüssen trat, nachdem der Hund nach zwei Minuten langem Verweilen im heissen Wasser aus demselben herausgezogen worden war, erst ausserhalb des Wassers die rechtwinkelige Beugung im Pfotengelenk ein. Es wurde hierauf der in das Halsmark gemachte Stichcanal genau untersucht und das verlängerte Mark in seiner ganzen Breite und Dicke durchtrennt gefunden.

5. Experiment.

Einer scheckigen, kleinen Hündin von 5200 *g* Gewicht wird 0·10 *g* Curare in warmer Lösung subcutan in der Rückengegend injicirt. Vier Minuten darnach läuft der Hund noch herum und frisst vorgeworfenes Brod. Sechs Minuten nach gemachter Injection wankt er mit den Hinterfüssen, wobei dieselben in den Gelenken einknicken. Bald darauf bricht der Hund in die Bauchlage zusammen und kann sich nicht mehr erheben. Er öffnet den Mund und schnappt nach Luft. Nach sieben Minuten tritt unfreiwilliger Urinabgang ein, vier Athembewegungen in einer Minute, Herzthätigkeit noch deutlich hörbar. Zehn Minuten nach gemachter Injection hören die Athembewegungen ganz auf, während die Herzthätigkeit noch fühlbar ist. In diesem fast leblosen Zustande wird das Thier bis auf Hals und Kopf in 87grädiges heisses Wasser gesteckt. Zwei Minuten darauf findet man alle vier Extremitäten in den Gelenken gebeugt, starr und unbeweglich. Die Pfotengelenke der vorderen Extremitäten waren rechtwinkelig gebeugt. Durch die Haut fühlte man die stark contrahirten und vorspringenden Muskelbäuche durch. Der ganze Rumpf ist starr, nur der ausserhalb des Wassers gewesene Hals ist beweglich, schlaff, der Unterkiefer hängt herab, die Zunge ist vorgetreten und weich. Einschnitte in die Musculatur ergeben in der oberflächlichen Schichte eine blasse Farbe derselben, die Muskeln sind wie gekocht, in den tieferen Schichten wird die Farbe immer

röther und nähert sich, je tiefer man einschneidet, der normalen Fleischfarbe. In der Bauchhöhle nichts Abnormes. Herz schlaff, weich anzufühlen, beide Vorhöfe mit flüssigem Blute prall gefüllt, von aussen blau gefärbt, beide Herzkammern enthalten geringe Mengen eines himbeergeleeartigen Blutes. Beide Lungen sind blass, semmelgelb, lufthältig, Ecchymosen nicht vorhanden.

6. Experiment.

Ein junger, 6 *kg* schwerer Hund wurde narkotisirt und verendete in der Narkose, während ihm ein Hautschnitt im Bereiche der unteren Circumferenz des Hinterhauptes gemacht wurde. Es wurde an dem todten Hund die Hinterhauptsschuppe blossgelegt und ein Stemmeisen oberhalb der hinteren Peripherie des Foramen occipitale magnum in das Kleinhirn 3 *cm* tief hineingestossen. Der kaum verendete Hund wurde nun in 65grädiges Wasser bis an den Hals hineingehalten. Nach zwei Minuten war noch keine Veränderung in den schlaffen Extremitäten nachzuweisen, nach weiteren zwei Minuten merkte man eine geringe Beugung in den Gelenken, doch war die passive Bewegung der Extremitäten in den Gelenken noch ohne jeden Widerstand durchführbar.

Erst gegen Ende der sechsten Minute waren die Extremitäten in den Gelenken wie in den früheren Experimenten gebeugt und die Starre ausgebildet; die oberflächlichen Schichten der Muskeln waren hellrosa, wie gekocht, das Herz schlaff, weich anzufühlen, die rechte Kammer und beide Vorkammern mit flüssigem Blute erfüllt, die linke Kammer leer; Lungen blass, semmelgelb, lufthältig; in der Bauchhöhle eine reichliche Menge einer serösen Flüssigkeit.

Experimente über den Zeitpunkt des Eintretens der Wärmestarre bei Temperaturen von + 100° C. und darüber und über die dabei auftretenden Gliederstellungen.

Ich stellte nun eine andere Reihe von Experimenten an, in denen ich hohe Hitzegrade, nämlich Temperaturen von 100° und darüber auf die Körperoberfläche von Hunden einwirken liess. Ich bewerkstelligte dies dadurch, dass ich Hunde in siedendes 100grädiges Wasser hineinhängte, andere wieder eine gewisse Zeit der Flammenhitze aussetzte. So hängte ich eine Reihe von Hunden unmittelbar nach der Tödtung in einen tiefen Kessel mit siedendem Wasser so hinein, dass der ganze Körper bis auf Hals und Kopf unter Wasser war, während die Extremitäten nach abwärts hängend im Wasser frei schwebten.

Nach einer Minute waren die vorderen Extremitäten gebeugt, während an den hinteren Extremitäten zwar eine Beugung im Hüft- und Kniegelenke, dagegen eine Streckung im Sprunggelenke sich zeigte. Nach einer zweiten Minute war die Beugung im Carpalgelenke (in der Articulatio brachio-carpea) noch eine stärkere, fast spitzwinkelige geworden, während im Sprunggelenke eine Hyperextension vor-

handen war. Ich machte dieselben Experimente mit todtenstarren Hunden 24 Stunden post mortem, als auch mit Hunden, an denen die Todtenstarre schon gelöst war, 3—4 Tage post mortem. Bei allen diesen Hunden stellte sich dieselbe Gliederstellung ein wie bei den früheren, nur trat diese Stellungsveränderung der Extremitäten bei den Hunden nach gelöster Todtenstarre langsamer auf als bei den anderen, und zwar erst in 3—4 Minuten, während sie bei den noch nicht todtenstarren und noch todtenstarren schon nach zwei Minuten vollkommen ausgebildet war.

Fig. 2.



Da bei todtenstarren Hunden die Stellung der Gliedmassen dieselbe ist wie bei solchen, die durch niedere Hitzegrade (65—87° Wasser) wärmestarr gemacht wurden, da ferners die Gliederstellung todtenstarrer Hunde durch hohe Hitzegrade von mindestens 100° in bestimmter Richtung verändert wird, so war die Annahme auch naheliegend, dass die Gliederstellung der durch niedere Hitzegrade wärmestarr gemachten Hunde durch hohe Hitzegrade auch noch eine gleiche Veränderung erleiden werde. Zur Feststellung dieser Annahme habe ich nun die durch Eintauchen in 65—87grädiges Wasser wärmestarr gemachten Hunde, nachdem sie abgetrocknet waren, mit Petroleum übergossen und in der Rückenlage angezündet (Abbildung 2). Die wärmestarren, in allen Gelenken gebeugten Extremitäten haben nun durch die Einwirkung der Flammenhitze die früher beschriebene, durch Eintauchen in siedendes Wasser hervorgerufene Stellung angenommen. Es trat eine stärkere, fast spitzwinkelige Beugung in dem Carpal-

gelenke der vorderen, dagegen eine Hyperextension in den Sprunggelenken der hinteren Extremitäten ein, während in dem Kniegelenke und Ellbogen die Beugung sich erhielt.

Es war auch die Lösung der Frage von Wichtigkeit, ob bei Einwirkung von hohen Hitzegraden — wie Flammenhitze — auf den lebenden Hund ebenfalls dieselbe Stellungsveränderung der Gliedmassen wie bei todten eintrete und in welcher Zeit dieselbe erfolge.

Fig. 3.



Zu diesem Behufe narkotisirte ich einen Hund und hängte ihn mit zwei Drahtschlingen, die um Brust und Bauch geschlungen waren, so auf, dass die Füsse nach abwärts hingen. Ich begoss den Hund hierauf mit Petroleum, stellte unter denselben noch eine mit Petroleum gefüllte eiserne Pfanne und zündete sowohl den Hund, als auch das Petroleum in der Pfanne an (Abbildung 3).

An die Pfoten des Hundes wurden auch Drahtschlingen gewunden, um aus den Verschiebungen derselben den Moment des Eintretens der Starre constatiren zu können. Zwei Minuten lang schrie und lebte der brennende Hund; er verendete erst, als die Flamme über Kopf und Schnauze schlug und das Thier die heisse Luft einathmete, welche Thatsache man an der Verbrennung der Zunge und des Zahnfleisches erkennen konnte. Was die Stellung der Extremitäten anbelangt, so konnte man in sehr kurzer Zeit, schon nach 20 Secunden, den Beginn der Beugung in den Brachiocarpalgelenken und die Streckung in den Sprunggelenken bemerken, jedoch waren zu dieser Zeit durch Zug an den Pfoten noch Bewegungen in den Gelenken möglich. Die Beugung in den vorderen, die Streckung in den Sprunggelenken und die allgemeine Starre nahmen von da an immer mehr zu, so dass dieselben nach 30 Secunden bereits ihr Maximum

erreicht hatten und Bewegungen nicht mehr möglich waren, die vollkommene Starre trat somit $1^1/_2$ Minuten früher als der Tod des Thieres ein; sie stellte sich aber auch nicht sogleich, sondern erst circa eine halbe Minute nach Beginn der Flammenwirkung ein.

Nach constatirtem Tode des Thieres wurde das Feuer gelöscht und ergab die Besichtigung und Obduction des Thiercadavers folgenden Befund: Der ganze Körper war starr. Die Oberfläche des Körpers war mit einer flockigen Kohle bedeckt. Die Haare zum grössten Theil bis auf die Haut verbrannt, wie rasirt, nur am Hintertheile und am Kopfe waren die Haare zwar versengt, aber noch stellenweise erhalten. Die Haut war lederartig trocken, das Unterhautzellgewebe geschrumpft trocken. Auf der Innenseite der schwartigen Haut sah man ein feines Netz von Capillargefässen. Die gesammte Musculatur des Körpers war weisslich gefärbt, wie gekocht. Im Kehlkopf, namentlich auf den Stimmbändern, waren schwarze Russpartikelchen zu finden. Die Luftröhre leer, die Schleimhaut hochroth gefärbt, mit stark injicirten Gefässen durchzogen. Lungen emphysematös aufgebläht, blass, sonst normal. Bronchien leer. Herz contrahirt, linke Herzkammer und linker Vorhof leer, der rechte Ventrikel und rechte Vorhof flüssiges rothes Blut enthaltend. Baucheingeweide normal, nur die Gefässe des Gekröses waren mit einer rothen Masse injicirt.

Die spectralanalytische Untersuchung des Blutes stellte die Kohlenoxydvergiftung fest.

Auch diese zweite Serie von Experimenten erbringt den sicheren Beweis, dass die Wärmestarre der oberflächlichen Muskeln selbst nach Einwirkung hoher Hitzegrade auf die Körperoberfläche, wie Siede- und Flammenhitze, nicht momentan eintritt, dass sie beim Eintauchen eines Hundes in siedendes Wasser nach Ablauf von 2 Minuten, und beim Verbrennen eines lebenden Hundes schon nach einer halben Minute vollkommen ausgebildet war, und dass die Wärmestarre des Herzens und des Zwerchfells des schlechten Wärmeleitungsvermögens der thierischen Gewebe, namentlich der Muskeln, wegen auch nicht momentan eintreten kann, was ich noch späterhin ausführen werde.

Aus den Experimenten ersieht man aber auch, dass nach Einwirkung hoher Hitzegrade von $+ 100^0$ C. und darüber auf die Körperoberfläche eines Hundes eine eigenthümlich charakteristische Gliederstellung eintritt, welche von der durch niedere Temperaturen (unter $+ 100^0$ C.) erzeugten verschieden ist. Diese Gliederstellungen traten immer so regelmässig auf, dass man aus der Art derselben erkennen konnte, ob eine Temperatur von unter oder über 100^0 C. auf die Körperoberfläche eingewirkt hatte.

Es erscheint daher auf Grund dieser Experimente gerechtfertigt, zwei Grade der Wärmestarre anzunehmen. Der erste Grad zeichnet sich beim Hunde durch jene typische

Gliederstellung aus, welche charakterisirt wird durch Beugung der Extremitäten in allen Gelenken, der zweite Grad dagegen unterscheidet sich von dem ersten dadurch, dass wohl auch Beugung der vorderen Extremitäten in sämmtlichen Gelenken eintritt, dass aber die Beugung im Carpalgelenke eine hochgradigere spitzwinkelige ist, während an den hinteren Extremitäten, ausser den Beugungen im Hüft- und Kniegelenke, immer eine Ueberstreckung im Sprunggelenke sich einstellt. Die spitzwinkelige Beugung im Carpalgelenke und die Hyperextension im Sprunggelenke sind die charakteristischen Merkmale des zweiten Grades der Wärmestarre.

Diese bezeichnete Gliederstellung der Wärmestarre zweiten Grades muss als die regelmässige typische Stellung der Leichen hochgradig Verbrannter angesehen werden.

Dass Beugungen der Extremitäten in den verschiedensten Gelenken bei Leichen Verbrannter vorkommen, wurde bisher von allen Autoren angegeben. So erwähnt Casper-Liman[1]), dass bei Leichen Verbrannter die unteren Extremitäten flectirt, an den Rumpf gezogen, die oberen im Ellbogen- und Handgelenke stark flectirt und adducirt sind; Strassmann[2]) findet eine Krümmung der Glieder; Falk[3]) eine Beugestellung der Extremitäten; Jastrowitz[4]) krampfhaftes Angezogensein der Extremitäten; Schjerning[5]) flectirte Stellung der Extremitäten, auch einzelner Finger, besonders häufig des Unterarmes; Kosack[6]) Beugestellung der Extremitäten; Jenner[7]) auffallende Rigidität der Schenkel und Beugung derselben.

Ich möchte aber auch darauf aufmerksam machen, dass in diesem zweiten Grade der Wärmestarre bei Verbrennungen auch eine Streckung im Sprunggelenke sich einstellt, welche Thatsache ich ausser durch meine früher beschriebenen Experimente an Hunden sowohl durch Verbrennungen von Kindesleichen als auch durch kasuistische Fälle erweisen kann.

[1]) Casper-Liman, Praktisches Handbuch der gerichtlichen Medicin. 1876.

[2]) l. c.

[3]) Falk, Tod durch Verbrennung und Verbrühung. Handbuch der gerichtlichen Medicin. Herausgegeben von J. Maschka. 1881, S. 773.

[4]) Jastrowitz, Vierteljahrsschrift für gerichtliche Medicin. Bd. XXXII, 1880.

[5]) Schjerning, Vierteljahrsschrift für gerichtliche Medicin. Bd. XLI und XLII, 1884 und 1885.

[6]) Kosack, Friedreich's Blätter für gerichtliche Medicin. 1877.

[7]) Jenner, The Lancet. 1891, pag. 337.

Ich habe im Institute für gerichtliche Medicin in Wien Kinderleichen verbrannt und jedesmal die bestimmten Gliederstellungen, wie

Fig. 4.



sie von mir experimentell bei Hunden nachgewiesen wurden, gefunden (Fig. 4 und 5). Es traten jedesmal an den unteren Extremitäten Beugung im Hüft- und Kniegelenk und Streckung im Sprunggelenke ein, während an den oberen Extremitäten Beugung im Ellbogen- und Handgelenk sich einstellte.

Auch zwei Fälle, von denen ich einen selbst beobachtet habe, während den anderen der Director der gynäkologischen Klinik des evangelischen Hospitals in Warschau, Dr. Franz Neugebauer, beschrieben

Fig. 5.



hat, können als classischer Beweis für die geschilderte Gliederstellung des zweiten Grades der Wärmestarre bei Leichen verbrannter Menschen dienen. Der von mir beobachtete Fall (Fig. 6 und 7) betraf einen alten Mann, der wahrscheinlich im berauschten Zustande (er war Potator und bei der Obduction fand man eine nach Alkohol riechende Flüssigkeit im Magen), im Bette liegend, sich eine Pfeife angezündet

hatte (man fand bei der verbrannten Leiche die Pfeifenspitze im Munde, den Pfeifenkopf sowie verkohlte Stücke des Pfeifenrohres im Bette) und so eingeschlafen war. Die brennende Pfeife dürfte das Bettzeug in Brand gesteckt haben. Die Obduction der Leiche ergab Kohlenoxydgasvergiftung als Todesursache. Die Leiche war im hohen Grade verbrannt und ergab die dem zweiten Grade der Wärmestarre eigene Gliederstellung. Es waren an den unteren Extremitäten Beugung in beiden Hüft- und Kniegelenken, sowie Streckung in den Sprunggelenken, an den oberen Extremitäten spitzwinkelige Beugung im linken Ellbogen- und linken Handgelenke, wie auch rechtwinkelige Beugung im rechten Ellbogengelenke und hochgradige Beugung in sämmtlichen Fingergelenken beider Hände vorhanden.

Fig. 6.



Der von Neugebauer beschriebene Fall (Abbildung in der internationalen photographischen Monatsschrift für Medicin und Naturwissenschaften 1896, Tafel V), der wohl durch die eigenthümliche Stellung der Leiche in der Knie-Ellbogenlage zu verschiedenen Deutungen Anlass geben könnte, wie ich noch erwähnen werde, zeigt in seiner Gliederstellung auch alle charakteristischen Merkmale des zweiten Grades der Wärmestarre, nur sind die Beugungen in den Gelenken viel hochgradiger, was wohl der kräftigeren Musculatur zugeschrieben werden muss. Diese Stellung à la vache beweist die grosse Kraftleistung der durch die Wärme-

starre sich verkürzenden Muskeln. Da es a priori nicht recht wahrscheinlich erschien, dass durch die Verbrennung eines Menschen, resp. durch die in Folge Verbrennung hervorgerufene Verkürzung der Muskeln eine solche Stellung à la vache eintreten könnte, stellte ich mehrere Verbrennungsversuche mit Kindesleichen in der Art an, dass ich dieselben mit Leinwandlappen lose einwickelte, mit Petroleum begoss und auf einer eisernen Pfanne in der Bauchlage anzündete. Nach 5 Minuten langer Einwirkung der Petroleumflamme auf den Körper der Kindesleiche begann sich die Stellung à la vache zu entwickeln. Nach 15 Minuten war sie, wie Fig. 8 zeigt. vollkommen ausgebildet. Die unteren

Fig. 7.



Extremitäten waren in allen Fällen vor Beginn der Versuche gerade gestreckt, während die oberen Extremitäten in einzelnen Fällen nach abwärts an den Leib genau angelegt, in anderen Fällen nach aufwärts über den Kopf gestreckt waren. Dass bei diesen Experimenten der Körper nicht so hoch erhoben war, wie in dem Neugebauer'schen Fall. ist jedenfalls dem Umstande zuzuschreiben, dass bei den wenn auch ausgetragenen und reifen Kindern, deren Leichen zu den Experimenten verwendet wurden, die Musculatur nicht so ausgebildet ist. als bei erwachsenen Menschen, und dass andererseits der Bauch bei Neugeborenen im Verhältnisse sehr gross und schwer ist. Ich habe aus diesen Experimenten die Ueberzeugung gewonnen. dass bei hochgradigen Verbrennungen, wenn der Körper sich in der Bauchlage befunden hat, immer je nach Massgabe der

Entwicklung der Muskeln in höherem oder geringerem Grade die Stellung à la vache sich herausbilden kann. Es entspricht im Uebrigen die Gliederstellung bei der Stellung à la vache genau der des zweiten Grades der Wärmestarre und gehört diese somit zu den regelrechten typischen Stellungen bei höhergradigen Verbrennungen. Die wichtigste Erfahrung, die wir aus dem Neugebauerschen Fall gewinnen können, ist die, dass die Kraftleistung der in Folge der Verbrennung sich verkürzenden Muskeln eine bedeutende ist.

Fig. 8.



Experimente über die Ursachen der Stellungsveränderung der Gliedmassen bei der Verbrennung.

Meine Erläuterungen über die Stellungsveränderungen der Gliedmassen Verbrannter haben die Annahme zur Grundlage, dass dieselben durch Zusammenziehungen der Muskeln entstehen. Mit Rücksicht auf den Ausspruch Brouardel's, dass die Fechterstellung Verbrannter durch Zusammenziehung der Haut, und zwar im Verlaufe der Anordnung der Fasern (Spaltbarkeitsrichtung) hervorgerufen werde, habe ich nun, um diese Differenz der Ansichten zu klären, mehrere Experimente angestellt.

1. Ich habe an der Leiche eines musculösen Mannes die hintere Seite (Streckseite) des rechten Oberarmes der Flammenhitze von zwei Bunsenbrennern

ausgesetzt. Nach fünf Minuten langem Einwirken der Flammen, nachdem die Haut schon verkohlt, an mehreren Stellen bis auf die intacte blossliegende Fascie geborsten war, trat eine langsame Streckung des in rechtwinkeliger Beugung auf dem Bauche liegenden Vorderarmes ein, so zwar, dass derselbe sich von der Bauchoberfläche etwas erhob und immer mehr lateralwärts sich wegbewegte, um schliesslich in ganz gestreckter Stellung vom Körper der Leiche auf die Tischplatte des Secirtisches herabzugleiten.

2. Dasselbe Experiment wurde bei derselben Leiche an der Beugeseite (Innenseite) des linken Oberarmes gemacht. Der Vorderarm wurde vor dem Beginne des Experimentes in gerade gestreckter supinirter Stellung auf die Tischplatte des Secirtisches gelagert. Nach fünf Minuten langer Einwirkung der beiden Flammen begann der gestreckte Vorderarm sich langsam von der Tischplatte zu erheben, so dass er nach 15 Minuten bis zu einer Höhe von 10 *cm* in verticaler Richtung von der Tischplatte sich erhoben hatte. Es trat somit eine deutliche Beugung ein. Auch in diesem Falle war die Haut am Schlusse des Experimentes ganz verkohlt, an verschiedenen Stellen bis auf die unversehrte Fascie eingerissen.

3. An der Leiche eines alten Mannes, an dessen oberen Extremitäten keine Todtenstarre mehr vorhanden war, wurde die rechte obere Extremität in leicht gebeugter Stellung des Vorderarmes in der Mitte von Pro- und Supinationsstellung auf die Platte des Secirtisches aufgelegt und sowohl die Streck- als auch Beugeseite der Flammenhitze von je zwei Bunsenbrennern ausgesetzt. Nach Verlauf von fünf Minuten trat vollkommene Pronationsstellung der Hand ein und gleichzeitig verschob sich der ulnare Rand der Hand auf der Tischplatte um 3 *cm* gegen die Medianlinie des Körpers, also in der Beugerichtung.

4. An einer Frauenleiche wurden an beiden Oberarmen die Sehnen des Triceps unmittelbar oberhalb der Ansatzstelle am Olecranon subcutan durchtrennt und die seitliche Oeffnung in der Haut genau vernäht.

Selbst nach sehr langer Einwirkung der Flammen der Bunsenbrenner auf die Streckseiten beider Oberarme fand nicht die geringste Lageveränderung der rechtwinkelig gebeugten Oberarme statt. Es trat somit keine Streckung ein.

5. An einer Frauenleiche wurden beiderseits die Sehnen des Biceps und Brachialis internus subcutan durchtrennt und die seitliche Oeffnung in der Haut genau vernäht. Die zehn Minuten lange Einwirkung der Flammen zweier Bunsen'schen Brenner auf die innere Seite (Beugeseite) der Oberarme hatte keine Stellungsveränderung der Vorderarme zur Folge, trotzdem die Haut in Folge der Hitze geschrumpft und später auch verbrannt und mit Einrissen bis auf die unversehrte Fascie versehen war.

6. Um dem Einwande zu begegnen, dass die Todtenstarre der Antagonisten die Bewegung des Vorderarmes in der Richtung der verbrannten Seite hinderc, habe ich auch an beiden oberen Extremitäten einer Frauenleiche die Sehnen sowohl der Beuge-, als auch der Streckmuskeln des Vorderarmes subcutan durchtrennt, die seitlichen Hautöffnungen genau vernäht und hierauf an der einen die

hintere und äussere Seite, an der anderen die innere Seite des Oberarmes der Flammenhitze zweier Bunsen'schen Brennor ausgesetzt. Es trat keine Stellungsveränderung des Vorderarmes auf, der im ersten Falle rechtwinkelig gebeugt, im anderen gestreckt war.

7. An einem durch zwei Minuten langes Eintauchen in 70grädiges heisses Wasser wärmestarr gemachten Hunde, bei dem nach dem ersten Grad der Wärmestarre alle Extremitäten in allen Gelenken gebeugt und starr waren, wurden an der rechten vorderen Extremität die Sehnen der Beuger und an der rechten hinteren Extremität die Sehnen der Strecker der Pfote subcutan durch-

Fig. 9.



trennt und die seitlichen Oeffnungen in der Haut genau vernäht. Hierauf wurde dieser Hund in einer eisernen Pfanne in der Rückenlage mit nach aufwärts gekehrten Extremitäten fixirt, mit Petroleum begossen und angezündet. Nach 15 Minuten langem Brennen fand man, wie die Abbildung Nr. 9 es zeigt, folgende Stellungen der Extremitäten:

An der linken vorderen Extremität erhielt sich die schon vor dem Verbrennen vorhanden gewesene Beugung im Schulter- und Ellbogengelenke, während die Beugung im Brachiocarpal-Gelenke noch mehr zunahm, stark spitzwinkelig wurde, so dass die hintere Seite der Pfote dio hintere Seite des Vorderarmes fast berührte. An der linken hinteren Extremität erhielt sich wieder die vor der Verbrennung bestandene Beugung im Hüft- und Kniegelenke, während im Sprunggelenke eine Uoberstreckung eintrat.

An der rechten vorderen Extremität, wo die Beugesehnen der Pfote subcutan durchtrennt waren, und der rechten hinteren Extremität, wo die Strecksehnen der Pfote auch durchtrennt waren, erhielt sich in allen Gelenken die vor der Verbrennung vorhanden gewesene Stellung. Es trat somit im Brachiocarpal-Gelenk keine stärkere Beugung, im Sprunggelenk keine Streckung ein.

Aus allen diesen Experimenten ersieht man, dass der Schrumpfung der Haut bei Verbrennungen kein nennenswerther Einfluss auf die Stellungsveränderungen der Extremitäten zugeschrieben werden kann, dass dieselbe vielmehr nur einzig und allein durch die Zusammenziehung der Muskeln bedingt wird.

Wenn auch, wie ich später nachweisen werde, Hautstücke in Folge der durch Verbrennung hervorgerufenen Schrumpfung eine derartige Kraft entwickeln, dass selbst grosse Gewichte von denselben gehoben werden können, so ist es doch einleuchtend, dass Schrumpfungen der Haut auf der Körperoberfläche in Folge ihrer leichten Verschiebbarkeit und dem Mangel fixer Ansatzpunkte eine nennenswerthe Stellungsveränderung der Gliedmassen nicht hervorrufen wird. Wirkt die Verbrennungshitze gleichmässig auf die gesammte Körperoberfläche ein, so wird die Wirkung der Schrumpfung auf der einen Seite jener auf der entgegengesetzten das Gegengewicht halten: wird nur eine circumscripte Hautpartie verbrannt, so kann aus den früher angegebenen Gründen eine Stellungsveränderung einzelner Körpertheile wie der Gliedmassen dadurch nicht hervorgerufen werden.

Diese Experimente zeigen auch, dass durch die durch die Verbrennung hervorgerufene Verkürzung der Muskeln eine Lageveränderung einzelner Körpertheile sich einstellt. Dieser Locomotionseffect kann, nach dem Neugebauer'schen Fall und nach meinen Versuchsergebnissen zu schliessen, ein sehr bedeutender sein, und hängt der Grad desselben jedenfalls von der Entwicklung und Ausbildung der Musculatur ab, welch letzteren Schluss man aus dem Vergleich der Gliederstellungen bei den früher beschriebenen Fällen zu ziehen berechtigt ist.

Es entsteht nun die Frage, ob dieser Locomotionseffect in der Richtung der an Kraft prävalirenden Muskelgruppen geschieht?

Man ist bisher der Anschauung, dass an den oberen Extremitäten die Beuger, an den unteren die Strecker prävaliren.

Ich suchte nun auf experimentellem Wege diese Anschauung sicher zu stellen.

Da nach Brücke und Kühne die Todtenstarre durch Gerinnung eines Eiweisskörpers im Muskel, nämlich des Myosins, hervor-

gerufen wird, welcher Eiweisskörper auch durch bestimmte Wärmegrade. sowie durch chemische Agentien zur Coagulation gebracht werden kann, und da bei allen diesen verschiedenen Arten der Starre auch eine Verkürzung der Muskeln eintritt, so muss man fürs Erste die Gerinnung des genannten Eiweisskörpers als die Ursache der Verkürzung ansehen. Durch diese Verkürzung der Muskeln wird eine gewisse Arbeit geleistet. Der erstarrende Muskel zieht, wie der lebendige, sich contrahirende, ein Gewicht empor (Landois).

Es ist nun die Annahme naheliegend, dass je mehr Muskelelemente, respective eine je grössere Menge von Eiweisskörpern in einem Muskel enthalten ist, eine desto grössere Arbeit bei der Gerinnung aller seiner Eiweisskörper auch von diesem Muskel wird geleistet werden können.

Wenn es nun möglich wäre, den eiweissreichen Inhalt aller Muskelelemente sämmtlicher Muskeln einer Extremität gleichzeitig zur Gerinnung zu bringen, so müsste auch die durch die Gerinnung hervorgerufene Kraftleistung derjenigen Muskelgruppen, in welcher die grössere Anzahl von Muskelfibrillen nebeneinander gelagert erscheinen, welche somit einen grösseren Querschnitt haben, die Leistung der Muskelgruppen mit kleinerem Querschnitt übertreffen. Man könnte durch ein solches Experiment am sichersten die Prävalenz der einen Muskelgruppe über die andere erweisen.

Professor Kussmaul [1]) hat in seiner Arbeit »Ueber die Ertödtung der Gliedmassen durch Einspritzung von Chloroform in die Schlagadern« in dem Chloroform ein Mittel gefunden, welches, in die Hauptschlagader einer Extremität eingespritzt, die sofortige Starre derselben hervorruft. Er nennt diese Starre, welche sowohl beim lebenden als auch todten, aber noch nicht todtenstarren Thiere erzeugt werden kann, Chloroformstarre. Von den von ihm untersuchten Stoffen fand er nur die ätherischen Oele (Senföl, Anisöl, Fenchelöl) von gleicher oder grösserer Kraft, während Aether, verdünnte Kalilauge, Essigsäure und Salzsäure, Weingeist, Kalkwasser, concentrirte Lösungen von Salpeter und kohlensaurem Kali viel schwächer wirkten. Ueber die Raschheit des Eintrittes der Chloroformstarre spricht sich Kussmaul folgendermassen aus: »In der That ist das Schauspiel äusserst überraschend, wenn man Kaninchen im Leben oder gleich nach dem Tode Chloroform in die Schlagadern einspritzt. Wählt man z. B. die Bauchaorta und spritzt hier mehrere Gramme ein, so erheben sich blitzschnell die

[1]) Professor A. Kussmaul, »Ueber die Ertödtung der Gliedmassen durch Einspritzung von Chloroform in die Schlagadern«. Virchow's Archiv. Bd. XIII (Neue Folge Bd. III), Heft 4 und 5, 1858.

Hinterbeine des auf dem Rücken liegenden Thieres, nähern sich einander, kreuzen sich sogar, beugen sich in der Weiche, strecken sich im Knie und den Fussgelenken, selbst die Zehen strecken sich, werden von einander abgezogen und in dieser Haltung verharren dann die vollkommen erstarrten und nur mit grossem Kraftaufwande biegbaren Hinterbeine. Ebenso können bei einem Frosche durch Einspritzung vom Herzen aus in einem Nu alle Beine in Streckung gerathen und, um mit Coze zu sprechen, bretthart in dieser Stellung verharren. Die kräftigste Bewegung, die mächtigste Aeusserung des Lebens erstirbt plötzlich in der vollkommensten Erstarrung und man wird unwillkürlich an jene Sagen gemahnt, die den Lebenden inmitten der regsten Handlung in Bäume und Felsen verwandeln lassen.«

Wir haben somit im Chloroform ein Mittel, welches, in die Schlagadern eingespritzt, durch dieselben bis in die Muskelelemente eindringt, das Eiweiss der letzteren zur Gerinnung bringt und die gesammte von dieser Arterie versorgte Musculatur in plötzliche Starre versetzt.

Kussmaul hat in seiner Arbeit nachgewiesen, dass diese Erstarrung in der Erhärtung der contractilen Substanz, wie er meint des Muskelfibrins, nach den neueren Anschauungen von Brücke und Kühne des Myosins beruhe. Mir lag es nun nahe, durch die Chloroformstarre die Prävalenz der einen Muskelgruppe über ihre Antagonisten nachzuweisen. Zu diesem Behufe stellte ich folgende Experimente an:

Ich wiederholte die von Kussmaul an Kaninchen gemachten Versuche an einem lebenden narkotisirten Hunde, und zwar so, dass ich in die Arteria iliaca communis dextra sowohl, als auch in die Arteria subclavia sinistra Chloroform einspritzte. Der Effect war blitzschnelle Streckung der rechten hinteren Extremität in allen Gelenken, während in der linken vorderen Extremität Beugung in sämmtlichen Gelenken eintrat.

Die Muskelbäuche fühlte man durch die Haut vorgewölbt und hart, die Sehnen stark gespannt. Einschnitte in die Musculatur ergaben eine gelbliche Färbung derselben.

Um den Effect der Chloroformstarre beim Menschen zu studieren, machte ich auch an Menschenleichen kurze Zeit nach eingetretenem Tode in verschiedene Arterien Chloroformeinspritzungen.

Ich habe in die Arterie eines oberhalb des Kniegelenkes abgesetzten Unterschenkels eines jungen Mannes unmittelbar nach der Absetzung circa 100 *g* Chloroform so lange eingespritzt, bis dasselbe aus den Venen zurückfloss, und fand gleich nach vollführter Einspritzung eine hochgradige Beugung des Fusses plantarwärts und eine Streckung der Zehen. Die Starre im Sprunggelenke war

eine so hochgradige, dass eine Beugung dieses Gelenkes selbst bei grosser Kraftanstrengung nicht möglich war.

Die gesammte Musculatur dieses chloroformstarren Unterschenkels hatte eine gelbliche Farbe und roch stark nach Chloroform.

An der noch warmen Leiche eines Weibes, welche noch keine Spur einer Todtenstarre zeigte, spritzte ich eine Stunde nach dem Tode circa 125 *g* Chloroform in die Arteria subclavia sinistra, welche ich in der Fossa supraclavicularis blossgelegt hatte, ein.

Die linke obere Extremität war wie die rechte vor der Einspritzung fast gerade gestreckt, die Finger kaum etwas gebeugt, die Gelenke alle noch leicht beweglich.

Nach geschehener Injection trat sofort eine Beugung im Ellenbogen-, Hand- und Fingergelenke ein, die so rasch erfolgte, dass man die Fortbewegung des Vorderarmes von der linken Seite des Stammes, neben welchem diese Extremität lag, über den Bauch deutlich sehen konnte. Nach kaum einer halben Minute war die Beugung im Ellenbogengelenke bis zum rechten Winkel erfolgt, so dass die Hand, deren Finger krallenartig in die Hohlhand eingezogen waren, in die Gegend der Magengrube zu liegen kam. Eine passive Bewegung im Schulter-, Ellenbogen-, Hand- und den Fingergelenken war selbst mit der grössten Kraftanstrengung nicht möglich.

Die Gelenke waren in der eingenommenen gebeugten Stellung im höchsten Grade starr, die Muskelbäuche unter der Haut vorgewölbt und hart anzufühlen.

An derselben Leiche, welche in die rechte Seitenlage aus dem Grunde gebracht wurde, um eventuelle durch die Chloroformstarre hervorgerufene Bewegungen der linken unteren Extremität durch die harte Bettunterlage nicht zu verhindern, wurden in die Arteria femoralis sinistra unmittelbar unterhalb des Poupart'schen Bandes 200 *g* Chloroform eingespritzt. Die im Kniegelenke etwas gebeugte untere Extremität streckte sich momentan und der Fuss wurde plantarwärts gebeugt. Die Starre war in allen Gelenken dieser Extremität so hochgradig entwickelt, dass eine Bewegung in diesen Gelenken absolut unmöglich war, während in der zweiten unteren Extremität keine Spur einer Todtenstarre nachzuweisen war und in allen ihren Gelenken Bewegungen leicht durchführbar waren.

Bei allen diesen Experimenten trat die Chloroformstarre sofort nach erfolgter Injection ein.

Aus diesen Experimenten scheint der Beweis erbracht zu sein, dass die Muskeln, welche auf der Seite des Verlaufes der Hauptschlagadern liegen, die auf der entgegengesetzten Seite gelegenen an Kraft übertreffen.

Es prävaliren somit an den oberen Extremitäten die Beuger, an den unteren die Strecker, welche Ansicht auch v. Hofmann [1]) in seiner

[1]) v. Hofmann, Ueber die forensisch wichtigsten Leichenerscheinungen. Vierteljahrsschrift für gerichtliche Medicin. Neue Folge, Bd. XXXII, Heft 2, Separatabdruck, S. 29.

Arbeit »Ueber die forensisch wichtigsten Leichenerscheinungen« ausgesprochen hat. v. Hofmann sagt: »Was die Extremitäten betrifft, so scheinen allerdings an den oberen die Beuger, an den unteren die Strecker zu prävaliren. . . .

Ob diese Prävalenz auch beim Menschen in der Todtenstarre zur Geltung kommen kann, wäre erst durch directe Beobachtungen zu constatiren. Die einschlägigen Erfahrungen scheinen dagegen zu sprechen.«

Da durch die Wärme bei bestimmten Temperaturgraden eine Gerinnung des Muskeleiweisses wie bei Chloroformeinspritzungen eintritt, so sollte die Wärmestarre auch denselben Effect in den Gliederstellungen hervorrufen, wie die Chloroformstarre. Die früher angegebenen Experimente über Wärmestarre ergeben, was die hinteren. respective unteren Extremitäten anbelangt, das Gegentheil, indem sich dieselben bei dem ersten Grade der Wärmestarre in allen Gelenken als gebeugt erwiesen, während bei dem zweiten Grade der Wärmestarre eine Beugung im Hüft- und Kniegelenk und eine Streckung im Sprunggelenk eintrat.

Diese Differenz in den Gliederstellungen bei diesen beiden Arten der Starre findet darin ihre Erklärung, dass bei der Starre, welche durch Einspritzung von Chloroform in die Hauptschlagadern hervorgerufen wird, eine Gerinnung des Eiweisses der gesammten von dieser Arterie versorgten Musculatur entsteht und somit, da Muskeln von grösserem Querschnitt, die eine grössere Anzahl von Muskelelementen haben und bei denen eine grössere Menge von Muskeleiweiss zur Gerinnung kommt, eine grössere Kraftleistung aufweisen müssen, die Gliederstellung in der Richtung der an Kraft überwiegenden Muskeln erfolgen muss; während bei Einwirkung hoher Hitzegrade auf die intacte Körperoberfläche in Folge des schlechten Wärmeleitungsvermögens der Haut, Fascien und Muskeln nur eine Gerinnung des Eiweisses der oberen Schichten der oberflächlichen Muskeln eintritt, und nur diese zur Verkürzung gelangen, weshalb auch die Gliederstellung eine andere werden muss. Da die dünnen, langgestreckten Beugemuskeln von der Hitze leichter durchdrungen werden können, als die dicken massigen Muskeln der Streckseite, so müssen sie auch in Folge der rascheren Gerinnung des Eiweisses einer relativ grösseren Anzahl von Muskelelementen sich rascher contrahiren.

Es muss deshalb bei der Einwirkung hoher Hitzegrade auf die intacte Körperoberfläche an den Extremitäten eine Beugung in den Gelenken eintreten. Die Gliederstellung bei diesen beiden Arten der

Starre wird somit durch ganz entgegengesetzte Momente bedingt. Während sie bei der Chloroformstarre in der Richtung der den grösseren Querschnitt besitzenden Muskeln erfolgt, geschieht sie bei der Wärmestarre in der Richtung der dünnen oberflächlichen Muskeln.

Man kann sich von der Richtigkeit meiner Angabe, dass bei Verbrennungen nur die oberflächlichen Muskelschichten verändert werden, überzeugen, wenn man an Leichen Verbrannter Einschnitte in die Musculatur macht.

Ich präparirte jedesmal bei allen meinen Untersuchungsobjecten die Haut ab und fand die obersten Schichten der oberflächlichen Muskeln schinkenfarben bis weiss gefärbt, während die tieferen Schichten der Musculatur ihre normale braunrothe Fleischfarbe hatten. Ausserdem fiel mir bei den Experimenten 3 und 4 über Wärmestarre ersten Grades ein Befund auf, der jedenfalls für die Erklärung der Beugung der durch heisses Wasser wärmestarr gemachten hinteren Extremitäten von Bedeutung ist. Ich fand nämlich in beiden Fällen bei noch lebenden Hunden die Beugemuskeln in ihren oberflächlichen Schichten weisslich gefärbt, wie gekocht aussehend, während die Streckmuskeln der Pfote auf der hinteren Seite des Unterschenkels noch eine braunrothe, der normalen Fleischfarbe gleichkommende Farbe hatten. Jedenfalls bestand zwischen den wärmestarr gemachten Beuge- und Streckmuskeln eine bedeutende Differenz in der Farbe, was mit Rücksicht darauf, dass bei Hunden das Unterhautzellgewebe weder auf der Streck- noch auf der Beugeseite der Extremitäten fettreich ist, die Musculatur somit sowohl auf der Beuge- als auch Streckseite nur von der Haut und Fascie bedeckt und gleichmässig der von allen Seiten auf die Körperoberfläche einwirkenden Temperatur ausgesetzt ist, nur einem verschiedenen Verhalten der einzelnen Muskelgruppen gegen die Wärme zugeschrieben werden kann. Es scheint, dass die Eiweisskörper der Beugemuskeln viel empfindlicher gegen die Wärme sind und viel leichter und schon bei niederen Temperaturen zur Gerinnung kommen, als die der Streckmuskeln.

Da nach Grützner[1]) den Flexoren die physiologischen Eigenschaften der blassen, weissen oder flinken, den Extensoren die der rothen oder trägen Muskeln zukommen, so wäre in Anbetracht des von Ranvier gefundenen verschiedenen histologischen Baues der Primitivfasern der weissen und rothen Muskeln die Annahme nicht

[1]) Dr. Emanuel Munk, Physiologie der Menschen und der Säugethiere. 1892. III. Aufl., S. 340.

ungerechtfertigt, die verschiedenen physiologischen Eigenschaften dieser Muskeln von einer verschiedenen Beschaffenheit der contractilen Substanz, d. h. der Eiweisskörper der Muskelelemente, herzuleiten. Es ist mithin in Berücksichtigung des verschiedenen Verhaltens der Beuge- und Streckmuskeln der hinteren Extremitäten der Hunde gegen Hitze trotz des grösseren Querschnittes und der grösseren Kraftleistung der Extensoren die Beugung derselben zu erklären.

Dass auch beim Menschen die Beugemuskeln die Eigenschaften der weissen oder flinken Muskeln besitzen, dass sie gegen Hitze viel empfindlicher sind und viel rascher darauf reagiren, wird auch durch den von mir beobachteten und früher schon erwähnten Fall von Verbrennung eines Mannes erhärtet, dessen Obductionsbefund ich nun anführe.

Obductionsbefund

über die verbrannte Leiche des 72jährigen A. S., welcher durch zufälliges Entzünden des Bettes, in welchem er schlief, ums Leben kam.

Da die gerichtlichen Erhebungen ein Verbrechen ausschliessen konnten, der Verbrannte ein Potator war, so erscheint es mit Rücksicht auf die Umstände, als eine alkoholische Flüssigkeit im Magen, eine verbrannte Pfeifenspitze im Munde, sowie ein verkohltes Pfeifenrohr und ein zerbrochener Pfeifenkopf im Bette gefunden wurden, als wahrscheinlich, dass er im betrunkenen Zustande mit der brennenden Pfeife sich zu Bette begab, einschlief und mit der brennenden Pfeife das Bett entzündete.

Die Leiche war in Folge der hochgradigen Verkohlung so verändert, dass die Identität und das Alter aus der äusseren Besichtigung nicht hätten constatirt werden können.

Der Schädel war wie rasirt, nur am Hinterhaupte befanden sich dichte, circa 2 *cm* lange, grau melirte Haare. Die ganze Kopfschwarte war bis auf die des Hinterhauptes rothbraun gefärbt, lederartig hart.

Die Haut auf der linken Gesichtshälfte war schwarz verkohlt, hart, tönend; während die auf der rechten Hälfte rothbraun gefärbt, pergamentartig war.

Im Gesichte und am Schädel befanden sich zahlreiche, mit scharfen, geschwärzten Rändern versehene Einrisse in der Haut, und zwar zog ein 7 *cm* langer, in der Mitte 1 *cm* breiter, auf der linken Stirnhälfte vertical von oben nach abwärts; oberhalb des linken Augenbrauenbogens verlief in querer Richtung ein solcher von 3 *cm* Länge und in der Mitte von 1 *cm* Breite; vom äusseren Augenwinkel des linken Auges zogen drei solche strahlenförmig nach oben, nach hinten und nach abwärts auseinanderlaufend, und in der Gegend der Glabella befand sich ein Y-förmiger von circa 2 *cm* Länge, während in der Gegend der Mitte des unteren Randes des rechten Scheitelbeines ein $^1/_2$ *cm* langer, vertical von oben nach abwärts verlaufender vorhanden war.

Die Barthaare der rechten Gesichtshälfte sind zwar versengt, aber doch 1 *cm* lang, die der linken Seite sind ganz weggebrannt, die Haut glatt, wie rasirt.

Die linke Ohrmuschel ist kleiner, mehr zusammengeschrumpft als die rechte, die Haut über beiden ist schwarzbraun gefärbt, lederartig hart.

Die Augen sind geschlossen; das Auseinanderziehen der Lider wegen der Starrheit derselben fast unmöglich. Die Bindehäute beiderseits ganz weiss gefärbt, wie gekocht; die linke Hornhaut durchsichtig, die rechte etwas getrübt; die linke Pupille etwas weiter als die rechte; beide Linsen milchig getrübt und undurchsichtig.

Der Mund offen, die Lippen hart und starr, das Zahnfleisch und die Zunge ganz weiss, wie gekocht. Der Unterkiefer unbeweglich, in dem Alveolarfortsatze desselben nur zwei Schneidezähne und mehrere Zahnstümpfe vorhanden, während in dem Oberkiefer gar keine Zähne sich befinden.

Der Kopf steht in wagrechter Stellung frei in der Luft und fällt nicht auf die Unterlage herab.

Die Haut auf der vorderen und den seitlichen Halsflächen, sowie auf der vorderen Brustfläche ist schwarz gefärbt, lederartig hart und zeigt an zahlreichen Stellen quer verlaufende Einrisse. Diese schwarze Färbung der Haut reicht auf der linken Seite bis zum Rippenbogen, rechterseits bis zwei Querfinger unterhalb der horizontalen Warzenlinie und bis in die vordere Axillarlinie.

Die Haut auf der linken Bauchfläche ist bis gegen die Medianlinie hin von schwarzbraunen, flammenartigen Streifen überzogen, die rechterseits ist normal gefärbt.

Auf beiden seitlichen Partien des Stammes, von der vorderen bis zur hinteren Axillarlinie reichend, befinden sich mehrere hühnerei- bis handtellergrosse, stark rothgefärbte, vertrocknete Hautstellen, in deren Umgebung die Oberhaut theils in Fetzen abgelöst, theils leicht verschiebbar erscheint.

Die beiden Oberarme sind abducirt, der linke Vorderarm im Ellenbogengelenk spitzwinkelig, der rechte rechtwinkelig gebeugt. Die linke Hand im Handgelenke rechtwinkelig gebeugt, die rechte gerade gestreckt. Die Finger sind krallenförmig zu Fäusten eingezogen.

Auf dem linken Oberarme ist die Haut schwarzbraun gefärbt, lederartig hart, an zahlreichen Stellen der Aussenseite in querer Richtung geborsten; über dem unteren Drittel der Aussenseite dieses Oberarmes ist sie bis unterhalb des Ellenbogengelenkes vollkommen abgängig, die Fascie blossliegend, das Ellenbogengelenk eröffnet, die dasselbe constituirenden Knochen blossliegend, die hervorragenden Spitzen derselben schwarz verfärbt und verkohlt. Die in der Umgebung dieses Gelenkes blossgelegten Muskeln sind stark aufgefasert, die Sehnen grösstentheils durchtrennt.

Am rechten Oberarme ist die Haut rothbraun verfärbt, pergamentartig, und zeigt keine Zusammenhangstrennungen, nur zieht sich über die Ellenbogenbeuge vom Ober- bis zum Unterarm ein 8 *cm* langer, bis auf die Fascie reichender

Einriss, in dessen Grunde Blutgefässe sich befinden, die mit einer zinnoberrothen, pulverförmigen Masse erfüllt sind.

Die Haut an den Innenseiten beider Oberarme ist bräunlich gefärbt, jedoch weich und saftig anzufühlen.

Auf dem linken Vorderarme ist die Haut schwarzbraun gefärbt, lederartig hart, und befinden sich sowohl auf der Innen- als auch Aussenseite desselben mit der Längsrichtung des Vorderarmes parallel verlaufende, fast die ganze Länge einnehmende, bis auf die Fascie reichende Einrisse in der Haut.

Auf dem rechten Vorderarme ist die Haut rothbraun gefärbt und hart, ohne Einrisse, nur an der Beugeseite desselben befinden sich zahlreiche, kreuzergrosse, rundlich geformte, lichtere, fast weiss gefärbte, der Epidermis entblösste Stellen. Einige derselben sind noch mit der blasenförmig erhobenen, aber rothbraun gefärbten und verbrannten Epidermis bedeckt. Diese lichter gefärbten Flecke stellen sich als die von der blasenförmig erhobenen Epidermis gegen die Einwirkung der Hitze geschützte, nunmehr freiliegende Cutis dar.

Auch an den Volarflächen beider Hände erscheint die daselbst verdickte, theilweise verbrannte Epidermis blasenförmig emporgehoben, nach deren Entfernung die Cutis ziemlich normal gefärbt erscheint.

Ueber beiden Handrücken ist die Haut rothbraun gefärbt, in der Längsrichtung mehrfach eingerissen.

Die Streckseiten der Finger von der Haut entblösst, die Gelenksenden der Fingerknochen vorstehend.

Der aufrecht stehende Penis ist steif, an der Eichel und an der rechten Seite verkohlt. Die Haare an den Geschlechtstheilen sind nur rechterseits versengt, sonst gut erhalten, von rother Farbe, etwas grau melirt. Die vordere Fläche des Hodensackes ist schwarzbraun gefärbt, pergamentartig.

Die unteren Extremitäten sind in allen Gelenken stark gebeugt, besonders in den Kniegelenken, wo eine rechtwinkelige Beugung nachzuweisen ist.

An der ganzen linken unteren Extremität ist die Haut und die Fascie bis auf die des oberen Drittels und eines kleinen Streifens der Innenseite des Oberschenkels vollkommen fehlend, so dass die ganze an der Oberfläche aufgefaserte Musculatur blossliegt. Am linken Unterschenkel sind die Muskelbäuche aufgefasert und geschrumpft, die Sehnen sämmtlicher Muskeln durchtrennt.

An der rechten unteren Extremität ist die Haut an der Aussenseite des Oberschenkels mit flammenartigen braunen Streifen gezeichnet, an der Innenseite schwarzbraun verkohlt.

Die Haut am Unterschenkel bis auf kleine Partien an der Aussenseite abgängig, so dass zum Theil die Fascie, zum Theil die Musculatur blossliegt. Die Muskeln sind in ihrer Continuität erhalten. Die vorderen Flächen beider Schienbeine sind blossgelegt und angebrannt.

Beide Füsse sind im Sprunggelenke plantar gebeugt (Spitzfussstellung), der rechte Vorderfuss vollkommen fehlend. Das ganze Knochengerüst beider Füsse ist von der Musculatur und der Haut entblösst, zum grossen Theil angebrannt.

Die Haut auf der Rückseite des Stammes ist intact, bis auf die aufliegenden Partien rosenroth gefärbt, welche Färbung durch Einschnitte in die Haut sich als Leichenhypostase erweist.

Innere Besichtigung.

Die Kopfschwarte ist trocken und hart; die Kopfmuskeln blassrosa gefärbt; das Schädeldach ist unversehrt, dickwandig, 1 *cm* dick; die harte Hirnhaut ist normal, die Pia mater ist im Verlaufe der Sulci getrübt, zu beiden Seiten des Sinus falciformis superior, der leer ist, mit Pacchioni'schen Granulationen bedeckt; die Gehirnsubstanz ist zähe, auf den Durchschnittsflächen einige Blutpunkte aufweisend; die seitlichen Hirnhöhlen stark erweitert, mit einer grösseren Menge einer serösen Flüssigkeit erfüllt. Die Schädelbasis ist intact. Die Basalarterien sind am Durchschnitte klaffend, hart anzufühlen, verkalkt.

Die Brust- und Halsmusculatur schinkenfarben, wie gekocht. Die Kehlkopfknorpel verknöchert, die Luftröhre leer, die Schleimhaut derselben blass. Auf der Schleimhaut des Kehldeckels befinden sich zahlreiche kleine, schuppenförmige, schwarze Kohlenpartikelchen. Die Schleimhaut des Rachens und der Speiseröhre blass.

Beide Lungen sind mit der Spitze der Brustwand angewachsen, lufthältig, dunkelgrau gefärbt und schwarz punktirt, in den hinteren Partien blutreich. Die Bronchien sind hart, verkalkt, in denselben ist ein glasiger, zäher Schleim enthalten.

Der Herzbeutel ist leer; das Herz gut contrahirt, von Fett umwachsen, das Herzfleisch hellroth gefärbt, alle Herzhöhlen sind leer; die Bicuspidal- und Aortenklappen sind an den freien Rändern leicht verdickt. Die Klappen der rechtsseitigen Herzhälfte sind normal; die Brustaorta ist mit kirschrothem, flüssigem Blute erfüllt, welches zur spectroskopischen Untersuchung in eine Eprouvette gegeben wurde. Die innerste Haut der Aorta an den Sinus Valsalvae und an zerstreuten Stellen der Pars ascendens mit kleinen, unregelmässig geformten, scharf begrenzten, gelblichweissen Flecken bezeichnet; an dem convexen Theil der Pars ascendens, an der concaven Wand des Arcus und an mehreren Stellen der Pars descendens theils mit feinen, der Länge nach gestellten Runzeln besetzt, theils mit vorspringenden, unregelmässig geformten, harten, zähen, gelblichweissen Platten überlagert.

Das Bauchfell ist glatt, zart, dünn; Netze und Gekröse sehr fettreich. Die Leber reicht von der fünften Rippe bis zwei Querfinger unterhalb des Rippenbogens, der linke Lappen zwei Querfinger nach links von der Medianlinie, der vordere Rand des rechten Leberlappens ist abgerundet, die obere Fläche gewölbt und glatt; die Lebersubstanz ist weich, beim Druck wenig elastisch, leicht zerreisslich, auf der Schnittfläche deutlich körnig, gelblichgrau und braunroth marmorirt, glanzlos; nur in den grösseren Pfortaderverästelungen ist dünnflüssiges, hellrothes Blut vorhanden. In der Gallenblase, welche cylindrisch geformt und stark gespannt ist, befindet sich dünne, grünlichgelbe, mit Flocken leicht untermengte Flüssigkeit.

Die Milz ist an der Oberfläche, und zwar auf ihrer unteren Hälfte mit einer weissen, dicken Membran überzogen, nur etwas vergrössert; ihre Oberfläche ist leicht gewölbt, ihre Ränder leicht abgerundet, an einigen Stellen leicht gekerbt, ihre Substanz ziemlich derb, hellroth gefärbt.

Die Nieren sind von normaler Grösse, die Kapsel leicht getrübt, nicht leicht abziehbar, mit der Oberfläche der Rindensubstanz verwachsen. Die dicke Rindensubstanz zeigt eine hellgelbe Farbe. Die Marksubstanz ist röthlichgrau, ihre Tubuli erscheinen an den Basen wie aufgefasert und auseinandergedrängt. Die Schleimhaut der Nierenbecken ist leicht aufgelockert, von blassrothen Fleckchen und spärlichen Gefässinjectionen durchzogen.

Die Harnblase reicht bis an den oberen Rand der Symphysis pubis, ist kugelförmig, ihre Wände erschlafft, ihre Höhle mit bräunlichgelbem, leicht getrübtem Urin gefüllt.

Der Magen ist von Gasen stark aufgebläht, die Magenhöhle enthält circa 200 *g* einer graulichen, nach Alkohol riechenden, schleimigen Flüssigkeit. Die Magenschleimhaut ist erweicht, gelockert, stellenweise mit hellrothen Gefässramificationen durchzogen.

Die Därme enthalten chymöse und fäculente Stoffe, Schleimhaut normal.

Blutuntersuchung.

Es wurde ein Theil des der Leiche entnommenen Blutes filtrirt, entsprechend verdünnt und der spectroskopischen Prüfung mittelst eines grossen Universalspectroskopes von Kruss unterzogen. Im gelbgrünen, nahe bei der Frauenhofer'schen Linie D liegenden Theil des Spectrums zeigten sich zwei dunkle Absorptionsstreifen, welche sowohl durch ihre Lage, als insbesondere dadurch als von Kohlenoxydhämoglobin herrührend sich erwiesen, dass sie auch nach der Behandlung des Blutes mit Reductionsmitteln unverändert blieben, während bekanntlich das Oxyhämoglobin bei dieser Behandlung reducirt wird und dann den einen Streifen des reducirten Hämoglobins zeigt. Zur Ergänzung dieser Untersuchung wurden noch verschiedene andere Versuche angestellt, welche den chemischen Nachweis des Kohlenoxydes im Blute ermöglichen, so die Natronprobe von Hoppe-Seyler, die Chlorcalciumprobe von Eulenburg, die Schwefelwasserstoffprobe von Salkowski u. A.

Aus allen diesen ergab sich in Uebereinstimmung mit dem spectroskopischen Verhalten, dass das fragliche Blut Kohlenoxyd enthalte.

Aus dem Obductionsbefunde ersieht man, dass die Haut auf den Streckseiten beider Oberarme stark verkohlt, an verschiedenen Stellen bis auf die Fascie gesprungen war, während an den Innenseiten (Beugeseiten) derselben diese wohl rothbraun, aber intact und weich erschien. Man muss daraus schliessen, dass die Hitze am intensivsten auf die Aussenseite beider Oberarme eingewirkt hat, und dass die

Innenseiten, vom Brustkasten geschützt, nur zum geringsten Theil derselben ausgesetzt waren, und doch war nieht eine Streekung, wie aus dem Verbrennungseffeet auf den äusseren Seiten der Oberarme zu erwarten gewesen wäre, sondern eine hoehgradige Beugung der Vorderarme vorhanden.

Auch die Streekung im Sprunggelenke beim zweiten Grade der Wärmestarre muss mit Rüeksicht darauf, als die unteren respeetive hinteren Extremitäten in den anderen Gelenken gebeugt erseheinen, nur dem Umstande zugesehrieben werden, dass der Gastroenemius auch zu den weissen oder flinken Muskeln gehört. Beim ersten Grade der Wärmestarre, wo beim Thiere die Pfote in ihrem Gelenke gebeugt erscheint, musste in Anbetracht der geringerwerthigen Hitzeeinwirkung und der Dünnheit des Tibialis antieus eine rasehere Zusammenziehung dieses Muskels entstehen, weshalb Beugung im Sprunggelenke eintritt; beim zweiten Grade der Wärmestarre, wo eine Einwirkung hoher Hitzegrade stattfindet, konnte auch sehon bei dem massigeren Gastroenemius trotz des schleehten Wärmeleitungsvermögens der Muskeln in Folge seiner Eigensehaften eines weissen oder flinken Muskels eine gleieh rasche Coagulation des Muskeleiweisses zu Stande kommen wie bei seinem Antagonisten, weshalb die Wirkung des stärkeren mit Ueberwindung des sehwäeheren sieh einstellen musste. Dass aueh der sehwächere Beuger — Tibialis anticus — durch die Wärmestarre gleichzeitig zur Zusammenziehung gelangt, nur als Beuger von seinem stärkeren Antagonisten überwunden wird, ersieht man daraus, dass mit der Streekung im Sprunggelenke aueh eine Hebung des inneren Fussrandes in den meisten Fällen sieh einstellt.

Aus meinen Experimenten ersah ieh, dass dem sehleehten Wärmeleitungsvermögen der Haut, Fascien, namentlieh aber der Muskeln der grösste Einfluss auf die eigenthümliche Gliederstellung bei der Wärmestarre zugeschrieben werden muss, und dass dasselbe aueh den momentanen Eintritt der Wärmestarre des Herzens hindert.

Obwohl es sehon lange bekannt ist, dass der Muskel ein schleehter Wärmeleiter ist, so stellte ieh trotzdem, um mich von dem Wärmeleitungsvermögen der Haut und Faseien und von dem Grade der Wärmeleitung im Muskel zu überzeugen, verschiedene diesbezügliehe Experimente an. Dieselben wurden so gemacht, dass ich Thermometer unter die Haut sowohl als aueh unter die Fascie und auch in die Museulatur einsenkte, und auf die unversehrte Haut dieser Stellen hohe Hitzegrade einwirken liess.

Experimente über das Wärmeleitungsvermögen der Haut. Fascien und Muskeln.

1. Auf der linksseitigen Schulterhöhe einer hochgradig abgemagerten Mannesleiche schnitt ich in die Haut und Fascie ein Loch und bohrte von da aus mit einem spitzigen eisernen Stachel unter der Haut und Fascie einen Hohlgang von circa 15 *cm* Länge in die oberflächlichsten Schichten des Deltoides. in welchen ich dann ein Thermometer mit 100° C. Eintheilung versenkte. Das in der Musculatur befindliche Thermometer zeigte eine Temperatur von + 11° C. Ich richtete auf die Stelle der Haut, unter welcher das Thermometer sich befand, die + 1500 bis 2000° Hitze erzeugende Flamme einer schwedischen, Gas erzeugenden Patent-Löthlampe von Max Sievert in Stockholm, die zur Löthung und Schmelzung von Metall verwendet wird.

Unter dieser Hitzeeinwirkung fing die Haut an, rasch zu verkohlen und nach drei Minuten langer continuirlicher Einwirkung der Flamme auf die Haut zeigte das Thermometer eine Temperatur von + 20° C., worauf die Quecksilbersäule langsam in die Höhe stieg, bis nach 25 Minuten, wo die Haut schon fast ganz verkohlt und zahlreiche, bis auf die unversehrte Fascie reichende, quer verlaufende Sprünge zeigte, das Thermometer eine Temperatur von + 55° C. aufwies. Die verkohlte, bretttharte Haut und die unversehrte Fascie wurden nun mit einem Knorpelmesser vom oberen bis zum unteren Rand der verkohlten Partie durchschnitten und fand man das Thermometer $^1/_2$ *cm* tief unter der Oberfläche des Muskels gelegen. Die Musculatur war bis zu einer Tiefe von $^1/_2$ *cm* hellrosenroth gefärbt, während die tieferen Schichten die normale Fleischfarbe zeigten und daselbst nur mehr eine Temperatur von + 36° C. nachzuweisen war.

Ueber den peripheren Rand der verkohlten Hautpartie hinaus war die Musculatur normal gefärbt.

2. Ich machte denselben Versuch auch am rechten Oberarm in derselben Weise, nur senkte ich das Thermometer noch oberflächlicher in die Musculatur ein, so dass die Haut durch dasselbe vorgewölbt erschien. Nach 15 Minuten langer Einwirkung der Flamme der früher genannten Löthlampe zeigt das Thermometer eine Temperatur von + 53° C. Nach Durchschneidung der verkohlten Hautpartie fand man das Thermometer circa 3 *mm* tief unterhalb der oberflächlichsten Muskelschichte gelegen. Die oben beschriebene Veränderung in der Musculatur erstreckte sich auch nur auf die oberflächlichsten Schichten der Musculatur gerade so wie im früheren Falle.

3. Ich machte denselben Versuch an einer anderen Mannesleiche zwei Stunden post mortem (die Leiche war noch warm und zeigte keine Gelenkstarre) in der Art, dass ich zwei Thermometer nebeneinander von der Schulterhöhe aus einsenkte, und zwar: das eine unter die Haut zwischen Haut und Fascie, das andere in die Musculatur des Deltoides. Ich liess hierauf die Flamme einer Sievert'schen gaserzeugenden Löthlampe auf die Stelle der Haut einwirken, unter welcher die beiden Thermometer lagen, d. i. auf das obere

Viertel der äusseren Seite des rechten Obcrarmes. Vor Beginn der Flammeneinwirkung zeigten beide eingesenkten Thermometer eine Temperatur von + 24° C.

Das Thermometer, welches unter der Haut zwischen Haut und Fascie sich befand, will ich mit A, das andere in der Musculatur steckende mit B bezeichnen.

Während der Flammeneinwirkung stellten sich in gewissen Zeitabschnitten folgende Temperaturen heraus:

	A	B
Nach 3 Minuten	+ 43°	+ 25°
" 4 "	+ 53°	+ 25°
" 5 "	+ 85°, worauf A wegen Gefahr des Zerspringens herausgezogen wurde.	+ 25·5°
" 10 "	—	+ 29°
" 20 "	—	+ 42°
" 21 "	—	+ 45°
" 22 "	—	+ 47°
" 23 "	—	+ 50°
" 24 "	—	+ 52°
" 25 "	—	+ 54°

Das Thermometer B war, wie ein Einschnitt in die Musculatur nach Beendigung des Versuches zeigte, circa $^1/_2$ *cm* tief in der Musculatur des Deltoides gelegen, bis zu welcher Tiefe auch die Musculatur hellrosenroth gefärbt erschien.

4. Um das Leitungsvermögen der Fascie zu prüfen, machte ich an einer Mannesleiche 36 Stunden post mortem denselben Versuch in der Art, dass ich von der Schulterhöhe die beiden Thermometer nebeneinander derart einsenkte, dass das eine A zwischen Haut und Fascie, das andere B zwischen Fascie und Musculatur zu liegen kam. Vor Einwirkung der Flamme der Löthlampe zeigten beide eingesenkten Thermometer eine Temperatur von + 5° C.

Da es mir wahrscheinlich erschien, dass die dünne Hautdecke beim Hunde die auf ihre Oberfläche einwirkende Hitze leichter durchlassen werde als die Menschenhaut, machte ich denselben Versuch auch beim Hunde wie in den früheren Fällen auf der Aussenseite des Oberarmes, und zwar: das einemal unter Einwirkung der Flamme der Sievert'schen Löthlampe, das anderemal unter Einwirkung 90grädigen heissen Wassers; letzteres so, dass ich die vordere Extremität bis knapp unterhalb der Einsenkungsstelle des Thermometers in der Haut in 90grädiges Wasser hineinhängte.

Die Resultate dieser drei Experimente stelle ich der grösseren Uebersichtlichkeit und des Vergleiches halber in umstehendem Schema zusammen.

5. Um das Wärmeleitungsvermögen der mit Fett unterpolsterten Haut zu prüfen, habe ich das Thermometer unter die mit einem 1 *cm* dicken Panniculus adiposus versehene Haut eines Oberschenkels eingeschoben, so dass dasselbe

Zeitabschnitte der Messungen nach	Experimente über das Wärmeleitungsvermögen der Haut und Fascien bei Einwirkung der Sievert'schen Löthlampe, Temperatur 1500—2000°				Experimente über das Wärmeleitungsvermögen der Haut und Fascien bei Einwirkung von 90grädigem heissen Wasser	
	beim Menschen		beim Hunde		beim Hunde	
	A zwischen Haut und Fascie	B zwischen Fascie und Muskel	A zwischen Haut und Fascie	B zwischen Fascie und Muskel	A zwischen Haut und Fascie	B zwischen Fascie und Muskel
	Grade					
½ Minute . .	20	10	20	10	45	40
1 » . .	30	11	35	21	53	49
1½ » . .	36	14	42	25	59	54
2 » . .	38	17	46	28	62	57
2½ » . .	41	20	55	34	64	60
3 » . .	45	23	60	39	66	61
3½ » . .	47	25	68	45	68	64
4 » . .	53	30	73	49	steigt wegen Abkühlung des Wasserbades sehr langsam	
4½ » . .	58	36	76	53		
5 » . .	70	39	81	56		
5½ » .	80	44	87	60		
6 » . .	65	50	90	67		
6½ » . .	des starken Abfallens der Temperatur wegen wurde das Thermometer in der Voraussetzung, dass es defect geworden ist, herausgezogen; es erwies sich aber als intact	53	93	74		
7 » . .		55	100	78		
7½ » . .		60	100	82		
8 » . .		65	100	87		
8½ » . .		75	103	91		
9 » . .		82	103	98		
9½ » . .		85	103	100		
		wegen stellenweiser Blosslegung der Quecksilberkugel d. Thermometers weitere Verbrennung sistirt	Haut stark verkohlt	Fascie noch zusammenhängend, gequollen		

zwischen Haut und Fascie zu liegen kam und habe hierauf auf die Hautoberfläche die Flamme der genannten Löthlampe einwirken lassen.

Vor Einwirkung der Flamme zeigte das Thermometer eine Temperatur von + 5° C. Des Vergleiches halber schliesse ich die gewonnenen Temperatursgrade des Thermometers A, welches zwischen Haut und Fascie des Oberarmes (bei Experiment 4) gelegen war, an.

	Thermometer unter der fettreichen Haut des Oberschenkels (Exp. 5)	Thermometer unter der fettlosen Haut des Oberarmes (Exp. 4)
Nach $2^1/_2$ Minuten	$+11^0$	$+41^0$
„ 3 „	$+13^0$	$+45^0$
„ $3^1/_2$ „	$+21^0$	$+47^0$
„ 4 „	$+32^0$	$+53^0$
„ 5 „	$+70^0$	$+70^0$

Man ersieht daraus, dass das Fett ein sehr schlechter Wärmeleiter ist und dass die Hitze erst nach Schmelzung des Fettes auf das unter der Haut befindliche Thermometer einwirken konnte.

6. Es interessirte mich noch zu eruiren, ob die Höhe der auf die Körperoberfläche einwirkenden Hitze auch einen Einfluss hat auf das raschere oder langsamere Ansteigen der Temperatur in den Muskeln. Zu diesem Zwecke habe ich einem Hunde von der Gegend des Schultergelenkes ein Thermometer in die Musculatur eines Oberarmes eingesenkt und dieselben bis unterhalb der Einsenkungsstelle des Thermometers in die Haut in siedendes 100grädiges Wasser eingetaucht.

Nach 5 Minuten zeigte das Thermometer eine Temperatur von	$+39^0$ C.
„ 6 „ „ „ „ „ „ „	$+40^0$ „
„ 8 „ „ „ „ „ „ „	$+42^0$ „
„ 10 „ „ „ „ „ „ „	$+44^0$ „
„ 20 „ „ „ „ „ „ „	$+53^0$ „
„ 47 „ „ „ „ „ „ „	$+62^0$ „
„ 49 „ „ „ „ „ „ „	$+62^0$ „

Nach Herausziehen des Thermometers wurde der Hohlgang gespalten und constatirt, dass das erstere in der oberflächlichen Schichte der Musculatur sich befand, da ausser der Haut kaum eine 2 *mm* dicke Muskelschicht oberhalb des Thermometers lag.

Wenn berücksichtigt wird, dass im Experiment I bei Einwirkung der genannten Löthlampe in einer Tiefe von $^1/_2$ *cm* in der Musculatur schon nach 25 Minuten eine Temperatur von 55^0 C. vorhanden war, während im Experiment II in einer Tiefe von circa 3 *mm* schon nach 15 Minuten eine Temperatur von 53^0 sich einstellte, so muss, wenn in dem letzten Experiment in einer Tiefe von 2 *mm* in der Musculatur sich auch erst nach 20 Minuten eine Temperatur von 53^0 C. zeigte, jedenfalls diese Differenz den verschiedenen hohen Hitzegraden zugeschrieben werden, welche auf die Körperoberfläche eingewirkt hatten.

Aus diesen Experimenten kann man schliessen, dass schon die Haut ein schlechter Wärmeleiter ist, dass die Fascie die Wärme noch schlechter leitet, und dass der Muskel der schlechteste Wärmeleiter von ihnen ist. Was die Haut anbelangt, so fand ich, dass die mit einem Paniculus adiposus unterpolsterte die Wärme schlechter leitet als die fett-

lose, dass erst nach Schmelzung des Fettpolsters die Haut die Wärme durchlässt. Ferners fand ich, dass die Haut unter der Einwirkung der Flammenhitze die Wärme schlechter leitet als unter der Einwirkung heissen Wassers. Die Verkohlung der Haut dürfte der Durchleitung der Wärme ein Hinderniss entgegensetzen, wie ich dies im Experimente IV zu erfahren Gelegenheit hatte. Während nach $5^1/_2$ Minuten langer Einwirkung der Flamme der Sievert'schen Löthlampe auf die Haut einer Leiche das unter derselben zwischen ihr und der Fascie befindliche Thermometer eine Temperatur von $+ 80^0$ C. zeigte, fiel von da an nach fortgesetzter Verbrennung der Haut die Quecksilbersäule so rapid herab, dass nach einer weiteren halben Minute das Thermometer eine Temperatur von $+ 65^0$ C. aufwies. In der Meinung, dass vielleicht das Thermometer unter der intensiven Hitze Schaden genommen hätte. zog ich dasselbe heraus, fand dasselbe aber intact. Da die Haut um diese Zeit zu einer harten Masse zusammengeschmolzen war, so dürfte die so veränderte Haut der Durchleitung der Wärme ein Hinderniss entgegengesetzt haben. Einen Umstand will ich hervorheben, der für die Raschheit der Durchleitung der Wärme durch die Haut und Fascie von Wichtigkeit ist. Es besteht nämlich ein Unterschied für die Raschheit der Durchleitung der Wärme durch Haut und Fascie bei Einwirkung der Flammenhitze auf die ganze Körperoberfläche oder auf kleine Stellen. Währenddem beim Verbrennen eines lebenden Hundes die Wärmestarre schon nach einer halben Minute mit der charakteristischen Gliederstellung ausgebildet war, was nur dann geschehen konnte, wenn zu dieser Zeit in den oberen Schichten der oberflächlichen Muskeln eine Temperatur von mindestens $+ 53^0$ C. vorhanden war, fand ich bei einer circumscripten Verbrennung der Haut am Oberarme eines Hundes diese Temperatur erst nach circa $4^1/_2$ Minuten zwischen Fascie und Musculatur. Es besteht zwischen diesen beiden Experimenten eine bedeutende Differenz von 4 Minuten in der Zeit der Durchleitung der Wärme durch Haut und Fascie. Ich glaube diesen Unterschied in der Weise erklären zu können, dass bei Verbrennungen kleiner Stellen der Körperoberfläche das in der Haut befindliche Wasser durch das Maschenwerk der Haut, das wie Capillarröhrchen wirkt, zu der Stelle, wo die Flamme einwirkt und das Wasser verdunstet, zufliesst und auf diese Weise das Wärmeleitungsvermögen der Haut und Fascie verschlechtert wird, währenddem bei Einwirkung der Gluthhitze auf die ganze Oberfläche dies nicht möglich ist, da die Feuchtigkeit der Haut überall gleichmässig verdunstet. Diese Experimente ergeben die interessante Thatsache, dass

bei Einwirkung der Verbrennungshitze auf die ganze Körperoberfläche das Wärmeleitungsvermögen der Haut und Fascie ein besseres ist, als bei Verbrennungen kleiner begrenzter Hautpartien. Es werden auch die aus meinen Experimenten gewonnenen Zahlen bezüglich der Zeitabschnitte und der diesen entsprechenden Temperaturgrade, was das Wärmeleitungsvermögen der Haut und Fascien betrifft, nicht den thatsächlichen Verhältnissen bei durch Einwirkung von Gluthhitze auf die ganze Körperoberfläche hervorgerufenen Verbrennungen von Individuen entsprechen und können dieselben nur als Beleg für den Grad des schlechten Wärmeleitungsvermögens der einzelnen Gewebe dienen. Wir können aber aus diesen Experimenten ersehen, dass doch eine messbare Zeit erforderlich ist, bis bei Einwirkung von Gluthhitze auf die Körperoberfläche in den oberen Schichten der Musculatur eine für die Gerinnung des Myosins nothwendige Temperatur von $+ 53^0$ C. sich einstellt, dass somit die Wärmestarre nicht momentan eintreten kann, d. h. dass die Wärmestarre nicht in dem Momente der beginnenden Einwirkung der Gluthhitze auf die Körperoberfläche eintritt. Wenn beim Hunde die Wärmestarre erst nach einer halben Minute, allmälig sich entwickelnd, ausgebildet war, so muss beim Menschen mit Rücksicht darauf, dass die Experimente die Haut und Fascien des Menschen als schlechteren Wärmeleiter als die des Hundes erweisen, dieselbe erst später eintreten.

Was die Fascien betrifft, so zeigten dieselben eine bedeutende Resistenzfähigkeit gegen Verbrennungshitze. Selbst nach sehr langer Einwirkung sehr hoher Hitzegrade auf die Haut, fand man die Fascie, nachdem schon die Haut längst verkohlt, an vielen Stellen geborsten und zu einer harten Masse zusammengebacken war, noch erhalten. Die Fascien müssen somit, was die Resistenzfähigkeit gegen Verbrennungshitze anbelangt, in eine Kategorie mit der Dura mater gestellt werden, was um so einleuchtender ist, da beide ihrem histologischen Baue nach von ähnlicher Beschaffenheit sind. Die Fascien erweisen sich ausserdem als viel schlechtere Wärmeleiter als die Haut und sind, wie die Experimente erwiesen haben, dem Eindringen der Hitze in die Musculatur besonders hinderlich. Auch einen Umstand, der wohl für die Beugestellung der Extremitäten in der Wärmestarre von Bedeutung ist, will ich betonen, und zwar den, dass nach Henle [1]) die Fascien auf den Streckseiten der Extremitäten die auf den Beugeseiten an Mächtigkeit übertreffen. Es ist nun einleuchtend, dass die mächtigeren Fascien

[1]) Henle, Anatomie des Menschen.

auch schlechtere Wärmeleiter sind, dass sie auch dem Eindringen der Hitze in die Streckmuskeln einen grösseren Widerstand entgegenstellen werden als die Fascien der Beugeseiten, weshalb auch die Wärmestarre der Beugemuskeln viel rascher eintreten muss als die der Streckmuskeln.

Der Muskel hat ein viel schlechteres Wärmeleitungsvermögen als die Fascie; er soll 1542mal schlechter als Kupfer, 2mal schlechter als Wasser und nur 13mal besser als Luft leiten. Die Ursache hiefür bildet der histologische Bau des Muskels, und zwar seine Zusammensetzung aus Fasern. Schon Rumford hat diejenigen Substanzen als die schlechtesten Wärmeleiter bezeichnet, welche keine homogene Beschaffenheit besassen und sich namentlich aus Fäden aufbauten. Diese Eigenschaften kommen dem Muskel in jeder Beziehung zu. Wie schlecht der Muskel die Wärme leitet, ersieht man auch aus meinen Experimenten, da selbst bei Einwirkung hoher Hitzegrade, wie + 1500 bis 2000° C., auf die äussere Seite des Oberarmes in einer Tiefe von $^1/_2$ *cm* im Deltoides erst nach 25 Minuten eine Temperatur von + 55° C. nachzuweisen war. Auch der Umstand, dass die bei langer Einwirkung von Verbrennungshitze auf die Haut hervorgerufenen makroskopischen Veränderungen in der Musculatur über den peripheren Rand der verkohlten Hautpartien sich nicht ausbreiten, und dass auch bei Leichen Verbrannter, wo die blossgelegten Muskeln in ihren oberen Schichten verkohlt, in ihren tieferen Schichten unverändert erscheinen. kennzeichnet deutlich das schlechte Wärmeleitungsvermögen der Muskeln.

Es erscheint nun gerechtfertigt, die Behauptung aufzustellen, dass das Wärmeleitungsvermögen der die Körperhülle zusammensetzenden Weichtheile von der Oberfläche gegen die Tiefe zu ein immer schlechteres ist. Wenn nun ein Zeitaufwand von fast $^1/_2$ Stunde nothwendig ist, damit bei Einwirkung von Verbrennungshitze auf die Körperoberfläche in der oberflächlichen Musculatur in einer Tiefe von $^1/_2$ *cm* eine Temperatur von + 55° C. sich einstellt, so ist es auch einleuchtend, dass der blitzartige Tod bei Verbrennung nicht durch momentane Wärmestarre des Herzens und des Zwerchfells, welche in Folge Durchstrahlung der auf die Körperoberfläche einwirkenden Verbrennungshitze durch die die Körperhülle bildenden Weichtheile entstehen sollte, eintreten kann.

Das schlechte Wärmeleitungsvermögen der Muskeln verhindert auch die gleichzeitige und gleichmässige Gerinnung der Eiweisskörper in allen Schichten der Musculatur und darin liegt auch der Unterschied zwischen der Wärme- und Chloroformstarre und den verschiedenen Arten der Gliederstellung dieser beiden Arten der Starre.

Die typischen regelmässigen Gliederstellungen der Wärmestarre werden somit bedingt:

1. Durch das schlechte Wärmeleitungsvermögen der Fascien überhaupt, wobei die grössere Mächtigkeit der Streckfascien gegenüber jenen der Fascien an den Beugeseiten in Betracht kommt;

2. hauptsächlich durch das schlechte Wärmeleitungsvermögen der Muskeln und

3. durch die den weissen oder flinken Muskeln analogen physiologischen Eigenschaften der Beugemuskeln.

Ursachen der Muskelzusammenziehungen bei verbrannten Leichen.

Nachdem durch die vorerwähnten Experimente sichergestellt ist. dass Zusammenziehungen der Muskeln die der Verbrennung eigenthümliche Stellung der Extremitäten hervorrufen, so wäre es mit Rücksicht darauf, als die Ansichten über die Ursachen dieser Muskelzusammenziehungen nicht vollkommen geklärt sind, indem einige Autoren Schrumpfung der Muskeln, andere wieder Wärmestarre als Ursache derselben angeben, von Wichtigkeit, Klarheit in diese Frage zu bringen.

Bei der Verbrennung können nur zwei Processe als Ursache der Muskelzusammenziehung in Frage kommen, und zwar:

Gerinnung des Muskeleiweisses, also Wärmestarre, und weiters Austrocknung des Muskels durch Verdunstung des bis zu circa 75% im Muskel enthaltenen Wassers, somit Schrumpfung.

Eine Verdunstung im abgeschlossenen Raume bei Temperaturen unter der Siedehitze kann jedenfalls nur in einem minimalen der jeweiligen Temperatur entsprechendem Masse stattfinden. Es kann nur so viel Wasser verdunsten, als der Raum zwischen der Körperdecke und der Musculatur in Dampfform fassen kann.

Erst bei Ueberschreitung der Siedehitze kann in Folge dessen, dass der Dampfdruck grösser wird als der äussere Luftdruck, eine lebhaftere Verdunstung stattfinden.

Aus meinem Experimente IV über das Wärmeleitungsvermögen der Haut, Fascien und Muskeln ersieht man, dass beim Hunde nach Einwirkung einer 1500 bis 2000° Hitze erzeugenden Flamme auf die Körperoberfläche nach $9\frac{1}{2}$ Minuten zwischen Fascie und Muskel eine Temperatur von + 100° sich einstellt, während beim Menschen um diese Zeit und unter denselben Bedingungen eine Temperatur von

+ 85°, die wohl in kurzer Zeit auf + 100° ansteigen muss, nachzuweisen ist. Nach meinen Experimenten I und II über das Wärmeleitungsvermögen der Muskeln findet man nach der früher genannten Hitzeeinwirkung auf die intacte Körperoberfläche einer menschlichen Leiche in einer Tiefe von 3 *mm* unterhalb der Oberfläche derselben erst nach 15 Minuten eine Temperatur von + 53° und in einer Tiefe von 5 *mm* nach 25 Minuten eine Temperatur von + 55°. Aus meinem Experimente VI über das Wärmeleitungsvermögen der Muskeln beim Hunde ersieht man, dass bei Einwirkung von siedendem Wasser auf die intacte Körperoberfläche in den oberflächlichsten Muskelschichten in einer Tiefe von 2 *mm* erst nach 20 Minuten eine Temperatur von + 53°, nach 47 Minuten eine Temperatur von 62° und nach 49 Minuten auch nur eine Temperatur von + 62° nachzuweisen war, während zwischen Fascie und Muskeloberfläche schon nach $1^1/_2$ Minuten eine Temperatur von + 54° sich einstellte.

Wenn nun berücksichtigt wird, dass die früher beschriebene charakteristische Gliederstellung bei Hunden bei Einwirkung von siedendem Wasser zu einer Zeit entsteht, wo zwischen Fascie und Musculatur nur Coagulationstemperatur nachzuweisen war, so kann man unmöglich sagen, dass diese Gliederstellung durch Schrumpfung der Muskeln in Folge Wasserverlustes entstanden ist. Wenn aber andererseits berücksichtigt wird, dass bei Einwirkung von Verbrennungshitze auf einen lebenden Hund schon nach $^1/_2$ Minute dieselbe Gliederstellung wie bei Einwirkung von siedendem Wasser, also zu einer Zeit gebildet war, wo weder zwischen Fascie und Musculatur noch in der Musculatur selbst auch nicht annähernd eine Temperatur von + 100° vorhanden war, so kann man auch da nicht von einer Schrumpfung der Musculatur sprechen und muss vielmehr mit Recht behaupten, dass diese Stellung durch Wärmestarre entstanden ist. Diese typische Gliederstellung, welche ich die Gliederstellung der Wärmestarre zweiten Grades nenne, entsteht somit zu einer Zeit, wo die oberflächlichen Muskeln höchstens von einer Coagulationstemperatur, aber nicht von Siedehitze durchdrungen werden, weshalb dieselbe als durch Coagulation des Eiweisses entstanden gedacht werden muss; man muss diese durch Einwirkung hoher Temperatur auf die Körperoberfläche hervorgerufene Starre als Wärmestarre bezeichnen.

Dass selbst nach längerer Einwirkung von Verbrennungshitze bei intacter Körperbedeckung nicht leicht eine Schrumpfung der Muskeln entsteht, kann man auch aus dem Grunde annehmen, dass selbst nach einer halben Stunde in einer Tiefe von $^1/_2$ *cm* in dem Muskel

kaum eine Temperatur von $+ 60^0$ C. nachzuweisen ist. Man kann sich an Leichen Verbrannter häufig davon überzeugen, dass Wärmestarre und nicht Schrumpfung der Muskeln die Gliederstellung bedingt, wenn man bei der oft ausserordentlich hochgradigen Verkohlung der Streckseiten der Oberarme und der verhältnissmässig geringfügigeren Veränderung der Innenseite doch eine Beugung im Ellbogengelenke findet.

So fand ich bei dem von mir früher beschriebenen Fall die Haut an den Aussenseiten beider Oberarme stark verbrannt, hart, an zahlreichen Stellen bis auf die Fascie geborsten, während die Haut an den Innenseiten zwar rothbraun gefärbt, aber noch weich und schmiegsam, somit noch saftig war. Es muss aus diesem Befunde geschlossen werden, dass die Aussenseiten beider Oberarme sehr lange der intensivsten Verbrennungshitze ausgesetzt waren, während die Innenseiten geschützt vom Thorax mehr weniger davon verschont blieben. Dass die Leiche vielleicht stundenlang der Flammenhitze ausgesetzt war, konnte man aus den Verkohlungen der Zimmereinrichtungsgegenstände, sowie des Fussbodens, der Fenster, der Thüren schliessen.

Wenn nun bei lang einwirkender Verbrennungshitze auf die Körperoberfläche bei unveränderter topographischer Lage der Muskeln und bei erhaltener Fascie Schrumpfung der Muskeln eintreten würde, so hätte in dem Falle unbedingt eine Schrumpfung der Streckmuskeln des Vorderarmes eintreten müssen, die jedenfalls mit Rücksicht darauf, als zur Coagulation des Eiweisses (Wärmestarre) auch Schrumpfung hinzugetreten wäre, auch eine dementsprechende Stellungsveränderung des Vorderarmes, und zwar: eine Streckung desselben hätte hervorrufen müssen, die aber nicht vorhanden war. Die Vorderarme waren im Gegentheile nach den früher bezeichneten Wirkungen der Wärmestarre im Ellbogengelenke hochgradig gebeugt. Dieser Fall berechtigt zu dem Schlusse, dass selbst bei langdauernder und intensiver Hitzeeinwirkung auf die Körperoberfläche in Folge des schlechten Wärmeleitungsvermögens der Muskeln eine in Betracht kommende Schrumpfung derselben nicht so bald eintreten kann, und dass zur Entstehung derselben eine Lösung des Zusammenhanges der einzelnen Muskelbäuche nothwendig ist, damit die Verbrennungshitze auf jeden derselben in seinem ganzen Umfange einwirken kann, weil nur auf diese Weise die Austrocknung des Muskels von der ganzen Peripherie gegen das Centrum eher erfolgen und dadurch eine bemerkbare Verkürzung veranlassen wird. Dass die Musculatur durch einseitige Einwirkung der Hitze von der Oberfläche nicht so bald zur Austrocknung und Schrumpfung

gelangt, beweist folgendes Experiment, welches ich eigentlich zum Zwecke des Nachweises der Gliederstellung durch Muskelzusammenziehung anstellte. Ich häutete eine todtgeborene Kindesleiche bis auf Kopf und Füsse ab, hüllte sie in mit Petroleum gut getränkte Lappen ein und zündete sie in der Bauchlage mit gerade gestreckten unteren und über den Kopf gezogenen, gerade gestreckten oberen Extremitäten an. Die brennende Leiche nahm allmälig im Verlaufe von 10 Minuten die Stellung à la vache ein, wie die Fig. 10 zeigt. Es trat somit auch in diesem Falle die regelmässige typische Stellung ein, wie sie bei Hunden durch $1^1/_2$ bis 2 Minuten langes Eintauchen in siedendes Wasser sich einstellte, und die nach meinen Thermometermessungen als reine Wärmestarre angesehen werden muss. In Folge des schlechten Wärmeleitungsvermögens der Muskeln konnte Siedehitze dieselben nicht durchdringen, weshalb auch mit Ausnahme der obersten Muskelschichten, wo eine Austrocknung in Folge Einwirkung der directen Verbrennungshitze eintreten musste, in den tieferen Schichten nur eine Coagulation der Eiweisskörper stattfand.

Fig. 10.



Wenn auch die oberflächlichsten Schichten der blossliegenden Musculatur ausgetrocknet waren, so ist der Effect der Schrumpfung dem der Wärmestarre gegenüber nicht zur Geltung gekommen. Es muss daher bei Leichen Verbrannter, wenn die Verbrennungshitze die ganze Körperoberfläche gleichmässig beeinflusst, zuerst immer die typische Gliederstellung der

Wärmestarre zweiten Grades sich einstellen, und es scheint, dass die Wirkung der Wärmestarre eine mächtigere ist als die der Schrumpfung für den Fall, als nur die obersten Muskelschichten von letzterer betroffen werden.

Es ist daher gerechtfertigt, anzunehmen, dass die typische Gliederstellung bei Leichen Verbrannter, welche sich an den oberen Extremitäten in Beugung sämmtlicher Gelenke, an den unteren in Beugung im Hüft- und Kniegelenke und in Streckung im Sprunggelenke kennzeichnet, nur durch Coagulation des Muskeleiweisses, somit durch Wärmestarre zu Stande kommt. Diese Annahme bezieht sich aber nur auf die typische Gliederstellung bei Leichen Verbrannter, welche ich als Wärmestarre zweiten Grades bezeichne.

Es fragt sich aber, wodurch die so häufig beobachteten bizarren Gliederstellungen Verbrannter, welche auch als Fechterstellungen bezeichnet werden, verursacht werden?

Ich glaube, dass die sogenannten Fechterstellungen Verbrannter durch vier verschiedene Ursachen bedingt sein können.

1. Durch die auf beiden Körperseiten nicht gleichmässig erfolgende Zusammenziehung der Adductoren und Abductoren, der Pronatoren und Supinatoren;
2. durch Schrumpfung der Muskeln;
3. durch zufällige Ursachen und
4. vielleicht auch durch kataleptische Todtenstarre.

Was den ersten Punkt anbelangt, so kann man sich an Leichen Verbrannter überzeugen, dass bei den verschiedenst gestalteten Gliederstellungen der Typus der Beugung überall erhalten ist, dass aber namentlich an den oberen Extremitäten auf der einen Seite der Oberarm stark erhoben und abducirt, der Vorderarm supinirt erscheint, während auf der anderen Seite das Gegentheil zu finden ist.

Es wird dies jedenfalls davon abhängen, auf welche Stelle eines Körpertheiles, z. B. einer oberen Extremität, die Verbrennungshitze am intensivsten gleich anfangs eingewirkt hat. Aus meinen Experimenten, welche ich zum Nachweise der Gliederstellung durch Muskelzusammenziehungen gemacht habe, ersah ich, dass die Stellungsveränderung einer Extremität nach der Seite hin erfolgt ist, auf welche die Verbrennungshitze eingewirkt hatte, dass bei Einwirkung der Verbrennungshitze nur auf die Streckseite eines Oberarmes der gebeugte Vorderarm in die gestreckte Stellung gerieth, während wieder bei Einwirkung der Verbrennungshitze nur auf die Beugeseite eines Oberarmes der gestreckte Vorderarm gebeugt wurde.

Wenn bei der Seitenlage eines Individuums die Flammen von der Kopfseite auf die eine freiliegende obere Extremität einwirkt, so ist es einleuchtend, dass der Deltoides von der Verbrennungshitze zuerst betroffen wird, und durch die in diesem Muskel am ehesten eingetretene Wärmestarre der Oberarm gehoben und abducirt werden muss, während der andere Oberarm in Folge seiner Lage an den Körper angezogen bleibt. Und solcher verschiedener Möglichkeiten gibt es viele, so dass man sagen kann, dass die von der typischen Gliederstellung der Wärmestarre zweiten Grades abweichende Fechterstellung in Folge einer ungleichmässigen Einwirkung der Verbrennungshitze auf den Körper eines Verbrennenden entstehen kann, und dass hauptsächlich die ungleichmässige Zusammenziehung der Abductoren und Adductoren diese bizarren Stellungen hervorruft, umsomehr, als der Typus der Beugung in den Gelenken zum grössten Theil auch bei diesen Stellungen vorhanden ist.

Was den zweiten Punkt anbelangt, so muss jedenfalls der Schrumpfung der Muskeln ein Einfluss auf die Stellungsveränderung der Gliedmassen zugeschrieben werden. Dieser Einfluss aber kann erst dann geschehen, wenn die Schrumpfung eines Muskels auch eine Verkürzung desselben hervorruft, was aber erst bei hochgradigen Verbrennungen, wo die Muskelbäuche blossgelegt, von allen Seiten von der Verbrennungshitze umgeben werden, möglich ist. Es entsteht nun die Frage, ob bei der durch Schrumpfung hervorgerufenen Verkürzung eines Muskels auch eine gewisse Kraft geleistet wird, welche auch eine Stellungsveränderung eines Körpertheiles ermöglicht.

Um die Kraftleistung eines schrumpfenden Muskels zu prüfen, machte ich Muskelverbrennungen auch in der Art, dass ich den Muskel ausspannte und nach Anhängung eines Gewichtes verbrannte. Die Anspannung des Muskels geschah auf die Weise, dass das eine auf einem Kupferdrahte aufgefädelte Ende an der Querseite einer eisernen Bratpfanne befestigt war, während das andere auf einer Schlinge aus Kupferdraht aufgefädelte Ende mit einer dünnen, runden Schnur verbunden war, die über eine Rolle ging und durch ein herabhängendes Gewicht angespannt wurde.

Meine Versuchsergebnisse zeigt die nebenstehende Tabelle.

Wurden die Muskelbäuche der Länge nach in mehrere Theile gespalten, so dass die einzelnen Theile nur am oberen und unteren Ende zusammenhingen und, durch dünne Glasstäbe getheilt, der Flammenhitze ausgesetzt, so trat die Verkürzung der Muskeln viel rascher auf. Es wurden auch die Muskeln eines durch drei Minuten langes

		Gewicht des Muskels	Länge des Muskels	Volumen des Muskels	Belastendes Gewicht	Dauer der Verbrennung	Hubhöhe	
		Gramm	Centimeter		Gramm	Minuten	Centimeter	
Biceps dextr. .	Vor der Verbrennung	160	27	178	600	10	10	
	Nach » »	135	14	145				
Biceps sin. . .	Vor » »	160	27	178	800	30	12	
	Nach » »	108	11	115				
Ileopsoas sin. . .	Vor » »	300	32	300	800	30	10	
	Nach » »	140	18	150				
Ileopsoas dextr. .	Vor » »	310	32	300	900	30 bis ein Muskelende abriss	7	
	Nach » »	140	14	150				
Sartorius dextr. .	Vor » »	178	48	190	400	25	19	Beide Muskeln stark verkohlt, nur im Centrum grosse, braunrothe, trockene Fasern
	Nach » »	56	26	50				
Sartorius sin. . .	Vor » »	172	48	185	700 sehr langsam gehoben	25	14	
	Nach » »	44	32	45				
Supinator long. dextr. .	Vor » »	63	30	65	200	15	9	Untere Schichte verkohlt, Mitte und obere Schichte blassrosa
	Nach » »	26	14	20				
Supinator long. sin.	Vor » »	61	29	60	400 langsam gehoben	8 Experiment unterbrochen wegen Abreissung des einen verkohlten Endes	6	
	Nach » »	33	15	30				
Sartorius fettig degenerirt in Folge Phosphorvergiftung	Vor » »	150	50	150	500	3	10	
	Nach » »	122	40	110				
Biceps dextr. .	Vor » »	98	19	100	700	15	5	
	Nach » »	45	11	40				
Biceps sin. . .	Vor » »	95	19	100	900	15	4	
	Nach » »	40	12	50				

		Gewicht des Muskels	Länge des Muskels	Volumen des Muskels	Belastendes Gewicht	Dauer der Verbrennung	Hubhöhe
		Gramm	Centimeter		Gramm	Minuten	Centimeter
Triceps dextr. .	Vor der Verbrennung Nach » »	430 300	34 19	400 300	1000	15	10 in den ersten 3 Minuten sehr rasch bis 7 *cm* gehoben, dann langsam
Triceps sin. .	Vor » »	425	34	400	1000	1	3 Experiment unterbrochen wegen Bruch der Drahtschlinge
Biceps .	» » »	179	27	160	1700	15	2½
Sartorius	» » »	140	51	130	1200	10	6 Zerreissung des Muskels während des Experimentes
Biceps .	» » » Nach » »	165 73	24 15	160 70	1600	15	4
Supinator longus .	Vor » » Nach » »	65 30	21 15	60 28	700	8	2½

Eintauchen in heisses, 75grädiges Wasser wärmestarr gemachten Hundes herauspräparirt und auf die früher angegebene Weise gebraten und verbrannt. Diese Muskeln, welche oberflächlich eine weissliche Farbe hatten, konnten nur kurze Zeit der Flammenhitze ausgesetzt werden, weil ihre dünnen Sehnen rasch verkohlten und abrissen. Die Muskeln wurden auch belastet, um die Kraftleistung der Schrumpfung zu eruiren.

Die Ergebnisse dieser Experimente sind folgende:

		Gewicht des Muskels	Länge des Muskels	Volumen des Muskels	Belastendes Gewicht	Dauer der Verbrennung	Hubhöhe
		Gramm	Centimeter		Gramm	Minuten	Centimeter
Gastrocnemius .	Vor der Verbrennung Nach » »	39 30	9 5	30 25	200	$1^1/_4$	3
Semimembranosus	Vor » » Nach » »	25 20	10 7	20 10	200	$1^1/_4$	2
Semitendinosus	Vor » » Nach » »	15 10	9 5	8 5	120	3	3
Beuger der Pfote en masse . .	Vor » » Nach » »	20 15	8 4	15 10	200	2	4
Strecker der Pfote en masse . . .	Vor » » Nach » »	35 20	8 5	35 20	400	8	$2^1/_2$

Ich habe die durch Einspritzungen von Chloroform in die Hauptschlagadern starr gemachten Muskeln auf die früher angegebene Weise gebraten und verbrannt und gefunden, dass bei diesen die Schrumpfung viel rascher und intensiver eintrat als bei den anderen Muskeln, wahrscheinlich in Folge Verbrennung des das Muskelgewebe durchsetzenden Chloroforms, und dass die Verkürzung eine dem Muskelgewichte entsprechende Arbeit zu leisten im Stande war.

Um die beim Kochen der Muskeln hervorgerufene Kraftleistung zu eruiren, habe ich in einem blechernen Topfe am Boden einen Ring anlöthen lassen und das eine Ende eines Muskels mit einem Drahte an letzteren befestigt, während das andere Ende mittelst einer Schnur, welche über eine am oberen Rande des Topfes angebrachte Rolle ging, durch angehängte Gewichte angespannt wurde. Ich habe hierauf

diesen Topf mit siedendem Wasser angefüllt und das Wasser durch Gasflammen im Sieden erhalten. Die Ergebnisse dieser Experimente sind folgende:

		Gewicht des Muskels	Länge des Muskels	Volumen des Muskels	Belastendes Gewicht	Dauer des Kochens	Hubhöhe
		Gramm	Centimeter		Gramm	Minuten	Centimeter
Supinator long. dextr. . . .	Vor dem Kochen	58	20	55	500	20	5
	Nach » »	32	15	30			
Supinator long. sin. . . .	Vor » »	50	20	50	500	20	5
	Nach » »	30	15	30			

Auch habe ich Hautstücke verbrannt und in der früher angegebenen Weise durch Anhängen von Gewichten die Kraftleistung der Schrumpfung geprüft.

Vom Rücken einer Mannesleiche habe ich ein 20 *cm* langes und 15 *cm* breites Stück Haut herausgeschnitten, welches nach der Herauspräparirung sowohl in der Längs- als auch Breitseite um $1^1/_2$ *cm* sich verkürzt hat. Dieses Hautstück wurde in der Längsrichtung angespannt, mit $^1/_2$ *kg* belastet und einer Petroleumflamme ausgesetzt. Das Gewicht wurde in den ersten zwei bis drei Minuten mit rapider Geschwindigkeit um 10 *cm*, in den nächstfolgenden fünf Minuten nur um 1 *cm* gehoben. Nach den ersten drei Minuten war die Haut schon braun und hart.

Vom Rücken einer anderen Mannesleiche habe ich ein Stück Haut von 20 *cm* im Quadrat herausgeschnitten. Dasselbe wog 400 *g*. Die Anspannung geschah in der Richtung der Querseiten. Die Haut wurde mit 1120 *g* belastet. Einige Secunden nach Beginn der Verbrennung begann die Haut zu schrumpfen und zog das Gewicht schnell 3 *cm* hinauf. Dem schon belastenden Gewichte wurden rasch noch 560 *g* zugefügt, so dass die Haut mit 1680 *g* belastet war. Dieses Gewicht wurde wieder in zwei Minuten um 3 *cm* gehoben. Hierauf wurden noch 560 *g* zugefügt, somit in Summa 2240 *g*, welches Gewicht, da zu der Zeit die Haut schon stark geschrumpft war, nur noch $^1/_2$ *cm* gehoben wurde. Die ganze Verbrennung dauerte acht Minuten. Nach der Verbrennung hatte die Haut 13 *cm* im Quadrat und wog 195 *g*.

Es ergibt sich aus diesen Experimenten, dass die Verkürzung der Muskeln beim Braten oder Verbrennen derselben zum grössten Theil durch Wasserverlust entsteht, was man aus dem Gewichtsverlust der gebratenen Muskeln, der wohl hauptsächlich durch Verdampfung des Muskelwassers zu Stande kommen kann, und andererseits aus dem Umstande erschliessen kann, dass sowohl fettig degenerirte, als auch wärmestarre und namentlich chloroformstarre Muskeln beim Verbrennen sich ebenso verkürzen und dabei eine ebenso grosse Kraftleistung entwickeln als die normalen. Besonders scheinen die Experimente mit den chloroformstarren Muskeln für die Verkürzung durch Wasserverlust zu sprechen, weil ich glaube, dass in Folge der Einspritzung von Chloroform in die Hauptschlagadern der grösste Theil des Muskeleiweisses, jedenfalls des Myosins, der contractilen Substanz nach Kussmaul, zur Gerinnung gelangt, somit eine Verkürzung dieser Muskeln durch Wärmestarre nicht mehr möglich war.

Die Kraftleistung, die der durch Schrumpfung sich verkürzende Muskel entwickelt, ist nach diesen Experimenten recht bedeutend, jedenfalls so gross, dass durch dieselbe die Extremitäten eine Stellungsveränderung erleiden könnten.

Ich kam zu dem Schlusse, dass der schrumpfende Muskel beiläufig das Zehnfache seines Gewichtes zu heben vermag.

Es entsteht nun die Frage, ob und wann eine solche Schrumpfung der Muskeln, die eine Verkürzung derselben bedingt, wie sie beim Verbrennen herauspräparirter Muskeln nachgewiesen wurde, auch beim Verbrennen ganzer Körper vorkommt?

Ich glaube, dass die Muskeln, so lange sie in ihrer normalen topographischen Lage aneinandergereiht sowohl nebeneinander als auch übereinander sich befinden, niemals in der Art schrumpfen können, dass eine nennenswerthe Verkürzung derselben eintritt, und zwar aus dem Grunde, weil bei der einseitigen, nur die äussere Fläche betreffenden Hitzebeeinflussung der oberflächlichen Musculatur und dem schlechten Wärmeleitungsvermögen der Muskeln, wenn überhaupt eine Schrumpfung eintritt, eine solche nur in den oberflächlichsten Schichten eintreten kann, welche Schrumpfung aber nie eine Verkürzung des ganzen Muskels verursacht.

Es wird bei einseitiger Hitzeeinwirkung auf die oberflächliche Musculatur die Verkürzung nur durch die rascher auftretende, schon durch niederere Temperatursgrade bedingte Wärmestarre veranlasst, weshalb auch die Gliederstellung nur nach dem Gesetze der Wärmestarre erfolgen kann.

Erst wenn die Musculatur blossgelegt und das die einzelnen Muskelbäuche verbindende Bindegewebe ausgebrannt ist, kann die Verbrennungshitze von allen Seiten die Muskelbäuche durchdringen, wie es bei der Verbrennung der einzelnen herauspräparirten Muskeln geschehen ist, und dann muss auch die Schrumpfung der im ganzen Umfange des Muskels befindlichen oberflächlichen Muskelschichten eine Verkürzung des Muskels veranlassen. Von dem letzteren Umstande überzeugte ich mich beim Verbrennen chloroformstarrer Muskeln. An der Oberfläche dieser Muskeln bildeten sich bei beginnender Verkürzung im ganzen Umkreise faltenartige Erhöhungen, und es schien, als ob das freie Ende an diesen Stellen in das fixe Ende sich einstülpen wollte. Man ersieht daraus, dass nur die oberflächlichen Muskelschichten, aber im ganzen Umfange, sich verkürzt und dennoch einen Verkürzungseffect des ganzen Muskels hervorgerufen haben.

Die durch Schrumpfung veranlasste Verkürzung ganzer Muskelbäuche geschieht erst nach lange dauernder Einwirkung der Verbrennungshitze auf die Körperoberfläche, wo schon überhaupt hochgradige Veränderungen an dem Körper des verbrannten Leichnams eingetreten sind.

Und auch da dürfte die wärmestarre Musculatur und die bretthart gewordene verbrannte Haut der Gegenseite einer neuerlichen Stellungsveränderung der Gliedmassen ein Hinderniss abgeben.

Was den dritten Punkt, die Beeinflussung der Gliederstellung der Leichen Verbrannter durch zufällige Umstände anbelangt, so ist es einleuchtend, dass die Lage des Körpers zu Beginn der Verbrennung für die Stellung des verbrannten Körpers von Bedeutung ist.

Die Verbrennung eines menschlichen Leichnams in der Bauchlage kann die auffallende Stellung à la vache hervorrufen, während die Fixirung eines Körpertheiles, z. B. einer Extremität, durch die eigene Körperlast oder durch andere dieselbe beschwerende Gegenstände eine Stellungsveränderung derselben behindern wird. Es ist begreiflich, dass durch solche Umstände oft verschiedene Stellungen verbrannter Leichen veranlasst werden können.

Als Ursache gewisser auffallender Gliederstellungen verbrannter Leichen kann auch die kataleptische Todtenstarre angenommen werden, namentlich dann, wenn die Stellungen nicht in der Richtung der Wärmestarre zweiten Grades erfolgt sind, und wenn zufällige äussere Umstände für das Zustandekommen derselben nicht verantwortlich gemacht werden können.

So auffallend auch die Gliederstellung der von Neugebauer beschriebenen verbrannten Leiche ist, und so sehr sie auch dem Gesetze der Schwere nicht entspricht, so kann dieselbe doch nicht als durch kataleptische Todtenstarre entstanden angenommen werden, weil sie, wie erwähnt, alle Zeichen der Wärmestarre zweiten Grades an sich trägt, und weil eine Leiche, wenn sie in der Bauchlage verbrennt, diese Stellung je nach der Entwicklung der Musculatur in höherem oder geringerem Masse annimmt. Durch die Wärmestarre entstehen eben auch Muskelzusammenziehungen, die eine bedeutende Kraft entwickeln und eine bedeutende Arbeit zu leisten im Stande sind, so dass bei hochgradiger Wärmestarre der Muskeln der Extremitäten auch der Körper mehr oder weniger gehoben werden kann.

Nicht die absonderliche, dem Gesetze der Schwere widersprechende Körperstellung, sondern die der Wärmestarre zweiten Grades in keiner Weise entsprechende Stellung kann, wenn nicht durch zufällige Umstände bedingt, als durch kataleptische Todtenstarre entstanden angenommen werden, und zwar aus dem Grunde, weil durch die Wärmestarre auch, aber nur in bestimmter Richtung, ähnliche Muskelzusammenziehungen entstehen, wie bei vitalen Muskelactionen, so dass durch erstere auch Körperstellungen entstehen können, welche dem Gesetze der Schwere nicht entsprechen, wie man dies in dem Falle Neugebauer's zu sehen Gelegenheit hat. Diese durch die Wärmestarre hervorgerufenen krampfartigen Muskelzusammenziehungen erfolgen aber, wie ich es früher erläutert habe, des schlechten Wärmeleitungsvermögens der Muskel wegen nur in der Richtung der einen kleineren Querschnitt habenden und die physiologischen Eigenschaften der weissen oder flinken Muskeln besitzenden Beugemuskeln, weshalb auch die bei der Verbrennung durch Wärmestarre veranlassten, dem Gesetze der Schwere nicht entsprechenden Gliederstellungen nur in dieser Richtung erfolgen können. Kommen aber Gliederstellungen in anderer Richtung vor, so können sie durch kataleptische Todtenstarre entstanden sein. So finden sich in dem in den Annales d'hygiène publique et de médecine légale, Juillet 1895, Tome 34, Nr. 1 veröffentlichten Vortrage Brouardel's über den Brand der komischen Oper in Paris Abbildungen von Verbrannten, welche alle die Gliederstellungen der Wärmestarre zweiten Grades zeigen und nur in dem Bilde Nr. 6 sieht man die linke obere Extremität nach aufwärts über den Kopf erhoben, welche Stellung nicht durch die Wärmestarre hervorgerufen worden sein konnte. Man muss nun für diese Stellung eine andere Entstehungsursache annehmen.

Vielleicht war sie hier nur eine zufällige, die durch zufällige Fixation des Armes bedingt war, doch erscheint, da nach Seydel bei Kohlenoxydgasvergiftung auch kataleptische Todtenstarre entstehen kann, und bei Bränden in geschlossenen Räumen in letzteren viel Rauch und Kohlenoxydgas sich anhäuft, das zur Vergiftung führen kann, auch die Annahme gerechtfertigt, dass bei unter solchen Umständen Verunglückten Körperstellungen sich finden können, welche durch unmittelbar vor dem Tode entstandene Muskelaction veranlasst und durch die Todtenstarre fixirt sein konnten.

Ob diese durch vitale Muskelaction bedingte und durch kataleptische Todtenstarre fixirte Körperstellung Erstickter durch den nachfolgenden Verbrennungsprocess nicht wieder verändert wird, wäre eine Sache weiterer Forschung. Es scheint aber nach den an verbrannten Leichen gemachten Beobachtungen, dass die durch kataleptische Todtenstarre fixirte Körperstellung durch die Wärmestarre nicht mehr in der letzterer eigenen typischen Richtung verändert wird.

Nach den in neuerer Zeit gemachten Beobachtungen muss man die Erstickung als eine der Ursachen des Auftretens kataleptischer Todtenstarre ansehen, und nach dem Falle Seydel's, in dem ein Mann in Folge eigenthümlicher Verhältnisse des Ofens durch Kohlenoxydgas vergiftet und in kniender Stellung, an sein Bett geklammert, todt, und in dieser gezwungenen Stellung starr gefunden wurde, kann man vielleicht auch der Kohlenoxydgasvergiftung einen Einfluss auf das Auftreten der kataleptischen Todtenstarre einräumen.

Rossbach[1]), der ein reichhaltiges Material über kataleptische Todtenstarre im deutsch-französischen Kriege gesammelt hat, sagt in seiner Abhandlung darüber, dass die eigentliche Ursache dieser seltenen Erscheinung der blitzschnell auftretenden Todtenstarre bis jetzt nicht aufzufinden war. In neuerer Zeit scheint man auf Grund von Experimenten und auch auf Grund von Beobachtungen der Erkenntniss der Ursachen derselben näher getreten zu sein.

C. Seydel[2]) kommt in seiner Arbeit über kataleptische Todtenstarre auf Grund zahlreicher, zum Theil selbst beobachteter Fälle zu dem Schlusse, dass entweder Verletzungen des Schädels mit Reizung des Kleinhirnes, respective der Medulla oblongata, oder aber toxische Einwirkung von Gasen, und zwar: Kohlenoxydgas respective Kohlen-

---

[1]) Rossbach, Virchow's Archiv. Bd. LI, Nr. 4, S. 558.

[2]) C. Seydel, Ueber kataleptische Todtenstarre. Vierteljahrsschrift für gerichtliche Medicin. 1889, Bd. L, S. 76.

säure bei Erstickten und Ertrunkenen kataleptische Todtenstarre hervorrufen können.

Was die erste Ursache, nämlich Verletzung des Schädels mit Reizung des Kleinhirns und der Medulla oblongata anbelangt, so scheint dieselbe durch zahlreiche Beobachtungen einschlägiger Fälle, sowie namentlich durch die bekannten Experimente von Falk und Schroff erwiesen zu sein.

Wenn erwogen wird, dass die experimentellen Untersuchungen deutscher Physiologen, namentlich L. Hermann's und seiner Schüler A. v. Eiselsberg[1]), A. v. Gendre[2]) und Max Bierfreund[3]), sowie die Untersuchungen Brown-Sequard's[4]) einen beschleunigenden Einfluss des Nervensystems auf den Eintritt der Todtenstarre ergeben haben, so muss auch die Annahme als gerechtfertigt erscheinen, dass Reizungen gewisser Theile des Centralnervensystems einen sofortigen Eintritt der Todtenstarre bewirken können, welche Annahme Falk auf experimentellem Wege durch elektrische und mechanische Reizung des Rückenmarks bestätigt hat

Bei der kataleptischen Todtenstarre geht die letzte vitale Muskelcontraction ohne das Zwischenstadium der Erschlaffung in Todtenstarre über. Man ist geneigt, bei eigenthümlichen, dem Gesetze der Schwere nicht entsprechenden Körperstellungen von Leichen an kataleptische Todtenstarre zu denken.

Nach Maschka, der das Vorkommen der kataleptischen Todtenstarre leugnet, tritt immer nach dem Tode eine Erschlaffung der Muskeln auf, weshalb er diese von vielen Autoren in zahlreichen Fällen als kataleptische Todtenstarre bezeichnete eigenthümliche Stellung nur durch zufällige Umstände verursacht annimmt.

Auch v. Hofmann warnt, aus der eigenthümlichen, dem Gesetze der Schwere nicht entsprechenden Stellung eines Leichnams auf kataleptische Todtenstarre zu schliessen, und führt zahlreiche Beispiele an, wo bei Leichen diese eigenthümlichen Stellungen vorhanden waren, die aber bei genauerer Untersuchung als durch andere zufällige Umstände hervorgerufen sich erwiesen haben.

---

[1]) A. v. Eiselsberg, Zur Lehre von der Todtenstarre. Pflüger's Archiv. 1881, Bd. XXIV, S. 229.

[2]) A. v. Gendré, Ueber den Einfluss des Nervensystems auf die Todtenstarre. Pflüger's Archiv. Bd. XXXV, S. 45.

[3]) Max Bierfreund, Untersuchungen über die Todtenstarre. Pflüger's Archiv. Bd. XLIII, S. 195.

[4]) Brown-Sequard, Comptes rendus. 1885, 1886 und 1887; Gaz. méd. de Paris. 1857, pag. 661.

v. Hofmann gibt zwar die Möglichkeit des Vorkommens dieser plötzlich auftretenden Todtenstarre zu, aber mit der Einschränkung, es müsse der Nachweis erbracht werden, dass die betreffende Stellung unmittelbar nach dem Tode schon bestand, und dass alle zufälligen äusseren Umstände ausgeschlossen werden können, welche die post mortem erschlafften Glieder so lange in der gefundenen Stellung erhalten haben konnten, bis die normaler Weise eintretende Todtenstarre sich einstellte.

Ich erlaube mir, einen Fall eigener Beobachtung anzuführen, der auch allen von v. Hofmann an das Vorhandensein einer kataleptischen Todtenstarre gestellten Bedingungen entspricht, indem die eigenthümliche, dem Gesetze der Schwere nicht entsprechende Leichenstellung schon beim Eintritte des Todes constatirt und alle äusseren zufälligen Umstände, die eventuell die Leichenstellung hätten veranlasst haben können, ausgeschlossen werden konnten. Er ist ein Beleg für das Vorkommen kataleptischer Todtenstarre bei Verletzung des Gehirnes, das auch Gerstacker[1]) in der Betrachtung über Gewehrschusswunden nachgewiesen hat.

Am 9. September 1896, 9 Uhr Früh, hörte der auf dem Friedhofe zu Czernowitz diensthabende Wächter einen Schuss fallen. Die Richtung des von seinem Posten sichtbaren Pulverdampfes verfolgend, kam er zu einem Grabe, auf dem ein Mann, dessen Brustkorb sich noch zweimal hob und senkte, mit abgeschossenem Kopfe lag. Er erkannte in ihm einen Briefträger, der vor circa fünf Minuten bei ihm vorbeigegangen war. Der Mann lag auf der oberen ebenen Fläche des $^1/_2\,m$ hohen Grabhügels seines Kindes auf dem Rücken. Vom Kopfe war nur der Unterkiefer und die mit der Schädelbasis noch zusammenhängende Hinterhauptsschuppe, auf welch letzterer noch Reste zertrümmerten Gehirnes sich befanden, zu sehen, während die abgerissenen Theile stückweise um den Grabhügel herum lagen.

Die rechte obere Extremität lag zur Seite des Körpers ausgestreckt auf dem Rande des Grabhügels, die linke dagegen, welche abducirt und über die Körperoberfläche stark erhoben war, war im Ellenbogengelenke spitzwinkelig gebeugt. Die linke Hand hielt eine alte Cavalleriepistole so krampfhaft umfasst, dass letztere nur mit Anstrengung und durch gewaltsames Aufreissen der Finger herausgezogen werden konnte, was mit Vorsicht geschehen musste, da der zweite Lauf noch geladen war. Der zweite Finger dieser Hand lag auf dem Drücker der Pistole wie beim Abfeuern derselben; der Rumpf lag auf dem Grabe in der

[1]) Gerstacker, Zeitschrift für Heilkunde. Bd. VIII, S. 363.

Längsrichtung desselben mit dem Kopfende in der Gegend des Grabkreuzes, mit dem Gesässe am unteren Ende desselben; die Oberschenkel befanden sich in horizontaler Richtung in der Luft auf die im Kniegelenke rechtwinkelig gebeugten, in der Länge der Oberschenkel vom unteren Ende des Grabhügels entfernten, mit der Fusssohle auf dem Boden ruhenden Unterschenkel gestützt. Der ganze Körper war so starr, dass passive Bewegungen der Glieder desselben geradezu unmöglich waren. Diese Körperstellung, die der zur Todtenbeschau herbeigerufene Stadtarzt Dr. Flinker und ich in seiner Begleitung eine halbe Stunde nach geschehenem Selbstmorde constatirten, wurde auch unmittelbar nach erfolgtem Schusse vom Friedhofwächter gefunden. Da in der Umgebung des Grabes weder ein Strauch noch Baum, noch ein Kreuz, noch sonst welche Gegenstände waren, welche auf die Gliederstellung bestimmend hätten einwirken können, überdies der Friedhofwächter die beschriebene Stellung gleich nach gefallenem Schusse constatirte, so kann auch nicht angenommen werden, dass diese Stellung durch äussere Umstände, sondern nur durch unmittelbaren Uebergang der letzten vitalen Muskelaction in Todtenstarre bedingt war.

Interessant ist in diesem Falle auch das krampfhafte Festhalten der Schusswaffe in der Hand des Selbstmörders, welches Casper-Liman[1]) für ein »vortreffliches Zeichen« des Selbstmordes bezeichnen, obwohl dasselbe nach ihnen zu den seltensten Befunden gehört.

Taylor[2]) dagegen hält das Festhalten von Mordwerkzeugen, wie Messer, Rasirmesser und Pistolen, von der Hand von Selbstmördern für einen gewöhnlichen Befund.

In dem genannten Falle ist das krampfhafte Festhalten der Pistole durch den Eintritt der kataleptischen Todtenstarre bedingt gewesen, wofür auch die eigenthümliche, dem Gesetze der Schwere nicht entsprechende Haltung der linken oberen Extremität spricht. Das Vorkommen dieses Festhaltens der Schusswaffe bei Selbstmördern dürfte davon abhängen, welche Organe durch den Schuss getroffen wurden. Bei Schüssen in den Schädel mit Verletzung gewisser Hirntheile oder bei Verletzungen des Rückenmarkes dürfte dieses Festhalten der Schusswaffe eher vorkommen, währenddem bei Schüssen in andere Körpertheile dasselbe fehlen wird. Aus diesem Umstande dürfte sich auch die Differenz in der Ansicht über das Vorkommen dieser Erscheinung bei Selbstmördern erklären.

[1]) Casper-Liman, Handbuch der gerichtlichen Medicin. Fünfte Auflage, Bd. II, S. 314.

[2]) Taylor, Med. Jurisprudenz. 1863, I, 506.

Einen zweiten Fall von kataleptischer Todtenstarre bei Schussverletzungen des Gehirnes beschreibt Etienne Martin[1]), der noch beweisender ist, weil er ihn vom ersten Momente der zugefügten Schussverletzung selbst beobachtet hat. Etienne Martin beschreibt den Fall folgendermassen:

»Ein Individuum wurde von seiner Maitresse auf der Strasse attakirt. Nach einem Wortwechsel, der nicht einmal die Aufmerksamkeit der Vorübergehenden erweckte, schiesst dieselbe aus unmittelbarer Nähe und trifft den Mann in den inneren Winkel der Augenhöhle. Ich war in diesem Momente blos 20 *m* entfernt. Das Individuum fiel aufs Trottoir und überschlug sich dann auf den Rücken, die Arme waren nach vorne ausgestreckt, die Beine in die Luft aufgehoben. Der Tod war ein plötzlicher und der Leichnam in einem solch krampfhaften Zustand, dass man ihn von der einen oder anderen Seite bei den Armen umdrehen konnte, wie wenn er ein Stück Holz wäre.

Die Autopsie ergab eine Durchlöcherung des Augapfels, und die Kugel war, nachdem sie die Schädelbasis gestreift hatte, in einer der Gruben des Kleinhirns (dans une des fosses cerebeleuses) stecken geblieben.«

Diese beiden Fälle unterscheiden sich von den anderen dadurch, dass der Uebergang der vitalen Muskelcontractionen in die Todtenstarre direct beobachtet wurde.

Nach diesen Beobachtungen muss man mit der Einschränkung v. Hofmann's, welche vollkommen gerechtfertigt ist, das Vorkommen kataleptischer Todtenstarre unbedingt zugeben und Verletzungen des Kleinhirns und der Medulla oblongata als eine der Entstehungsursachen derselben bezeichnen.

Was die zweite Entstehungsursache kataleptischer Todtenstarre, nämlich toxische Einwirkung besonders durch Gase, und zwar: Kohlenoxydgas respective Kohlensäure bei Erstickten und Ertrunkenen anbelangt, so ist dieselbe bis jetzt experimentell nicht nachgewiesen worden, obwohl Arnold Paltauf[2]) und Wachholz[3]) experimentell

---

[1]) Etienne Martin, Un cas curieux de spasme cadaverique. Archives d'Anthropologie criminelle. Tome XI, Nr. 63.

[2]) Arnold Paltauf, Ueber die Beziehungen des Eintrittes der Todtenstarre zu verschiedenen Giften. Vortrag, gehalten im Deutschen Aerzteverein in Prag. Referat: Wiener med. Wochenschrift. 1892, Nr. 14, S. 551 u. 552.

[3]) Dr. Leo Wachholz, Selbstmord durch Strychnin (angebliche Antipyrinvergiftung). Untersuchungen über das Wesen der Todtenstarre und die Beziehungen des Eintrittes derselben zu einigen Giften. Vierteljahrsschrift für gerichtliche Medicin. III. Folge, Bd. VIII, Supplementheft 1894. Festschrift für Hofrath Professor Ed. v. Hofmann.

den Beweis erbrachten, dass gewisse Gifte, wie Strychnin, Pikrotoxin, Campher, Coffeïn und Rhodannatrium, einen beschleunigenden Einfluss auf das Eintreten der Todtenstarre haben.

Nichtsdestoweniger muss man auf Grund mehrerer in der letzten Zeit bekannt gewordener beweiskräftiger Beobachtungen dieselbe als bestehend annehmen. So werden von Seydel mehrere Fälle von eigenthümlicher Leichenstellung bei Ertrunkenen angeführt, wo die Extremitäten entweder krampfhaft ausgestreckt oder zusammengezogen waren und die Hand zur Faust geschlossen einen Gegenstand festhielt. So beschreibt er einen Fall, wo ein Mann, im Begriffe eine Cigarre anzuzünden, unter das Eis gerieth und ertrank, und dessen Leiche man, Cigarre und Zündhölzchen zwischen den Fingern haltend, im Wasser stehend gefunden hat.

Einen ähnlichen Fall beschreibt Haberda[1]), wo ein Mann bis an die Knie im Schlamme steckend, aber aufrecht stehend und vollständig steif so im Wasser gefunden wurde, dass die rechte obere Extremität, deren Hand ein Bündel Kleider hielt, ausgestreckt über den einen Meter unter dem Wasserspiegel befindlichen Kopf erhoben war.

Diese Beobachtungen können wohl die Annahme, dass beim Ertrinkungstode kataleptische Todtenstarre vorkomme, nur bestätigen, und zwar schon aus dem Grunde, weil für die Leichenstellung dieser Fälle keine andere Erklärung möglich ist. So findet Haberda zwar für die aufrecht stehende Stellung der Leiche des von ihm beschriebenen Falles ausser der kataleptischen Todtenstarre auch noch eine andere Erklärung, gibt aber zu, dass durch letztere die erhobene Stellung der rechten oberen Extremität nicht aufgeklärt werden könnte. Er meint nämlich, dass eine bestimmte Vertheilung von Luft im Körper des Ertrunkenen diese aufrechte Stellung veranlasst haben könnte, indem bei Fixirung der Füsse und Unterschenkel im Schlamme der Flusssohle und geringer Gasfüllung der Därme der Oberkörper in Folge überwiegender Luftfüllung der Lungen nach oben streben muss, wodurch der Körper gestreckt und in die aufrechte Stellung gebracht wird. Diese Erklärung könnte wohl, was die aufrechte Stellung der Leiche anbelangt, nur für den speciellen Fall Haberda's, und da auch nur in Berücksichtigung der Fixirung der Füsse und Unterschenkel, nicht aber auch für den gleichen Fall Seydel's und am allerwenigsten für die erhobene Stellung der rechten oberen Extremität im Falle Haberda's gelten.

---

[1]) A. Haberda, Einiges über Wasserleichen. Vierteljahrsschrift für gerichtliche Medicin. 1895, III. Folge, Bd. IX.

Man muss somit nach den bisher gemachten Beobachtungen das Vorkommen von kataleptischer Todtenstarre beim Ertrinkungstode zugeben.

Was die kataleptische Todtenstarre bei Erstickung anbelangt, so hat Schlesinger[1]) zwei Fälle beschrieben, die wohl allen Gegnern der kataleptischen Todtenstarre den unumstösslichen Beweis für den unmittelbaren Uebergang vitaler Muskelcontractionen in Todtenstarre deutlich erbracht haben. In beiden Fällen, die Schlesinger selbst beobachtet hatte, handelte es sich um Frauen mit typischer Tetanie, Magendilatation und Zersetzung des Mageninhaltes, wo der Tod während eines Krampfanfalles eintrat und die Krampfstellung nach dem durch Auscultation constatirten Tode anhielt und noch bei der Section nachzuweisen war. Jedesmal waren es generalisirte Muskelkrämpfe, welche in kataleptische Todtenstarre übergingen und war der Tod durch Erstickung in Folge des Krampfes der Respirationsmuskeln bedingt.

Auch der von Wahncau[2]) beschriebene Fall dürfte in eine Kategorie mit den Schlesinger'schen Fällen gestellt werden müssen und wird der Tod auch durch Erstickung in Folge Krampfes der Respirationsmuskeln entstanden sein.

Wenn nun noch der früher erwähnte Fall Seydel's einer kataleptischen Todtenstarre bei Kohlenoxydgasvergiftung berücksichtigt wird, so muss aus allen diesen Beobachtungen der Beweis für erbracht angesehen werden, dass die toxische Einwirkung von Gasen, und zwar Kohlenoxydgas respective Kohlensäure, bei Erstickten und Ertrunkenen kataleptische Todtenstarre hervorrufe.

Die Ursache des Auftretens kataleptischer Todtenstarre bei Erstickten und Ertrunkenen wird damit zu erklären sein, dass nach Landois[3]) das Krampfcentrum ausser durch directe Reizung, wie bei Verletzungen, auch durch plötzliche hochgradige Venosität des Blutes erregt wird.

Da bei Bränden in geschlossenen Räumen (Theaterbränden) jedenfalls eine grosse Menge von Kohlenoxydgas sich ansammelt, so können, wie v. Hofmann und Zillner zeigten, auch viele der in diesen Räumen befindlichen Menschen an Kohlenoxydgasvergiftung zu Grunde gehen und deren Leichen die eigentliche Gliederstellung der kata-

---

[1]) H. Schlesinger, Ueber kataleptische Todtenstarre. Friedreich's Blätter. 1895, Heft 1.

[2]) Dr. Wahncau, Physikus in Hamburg, Ein seltener Fall von kataleptischer Todtenstarre. Vierteljahrsschrift für gerichtliche Medicin. 1895, III. Folge, Bd. X.

[3]) Dr. L. Landois, Lehrbuch der Physiologie des Menschen.

leptischen Todtenstarre aufweisen, welche Stellung durch den nachfolgenden Verbrennungsprocess nicht wesentlich verändert werden muss. Wenn ich auch jetzt nicht in der Lage bin nachzuweisen, welchen Einfluss die Wärmestarre auf die durch kataleptische Todtenstarre bedingte Leichenstellung hat, so glaube ich aus der oft eigenthümlichen Leichenstellung Verbrannter, welche weder den Bedingungen der Wärmestarre zweiten Grades entspricht, noch auch durch andere zufällige äussere Umstände veranlasst worden sein konnte, schliessen zu können, dass die durch kataleptische Todtenstarre bedingte Leichenstellung durch die Wärmestarre nicht wesentlich verändert wird, so dass ich der durch die Erstickung verursachten kataleptischen Todtenstarre auf die Gliederstellung der nach erfolgter Erstickung Verbrannten auch einen bestimmenden Einfluss vindicire.

Durch die Verbrennung selbst wird, wie ich durch meine Hundeexperimente selbst an lebenden Hunden überzeugt wurde, nur Wärmestarre und nicht kataleptische Todtenstarre erzeugt und nur, wenn ein Individuum zuerst an Kohlenoxydgas erstickt und dann verbrennt, wird es vorkommen können, dass die verbrannte Leiche in ihrer Gliederstellung nicht die charakteristischen Merkmale der Wärmestarre zweiten Grades, sondern irgend eine andere Stellung zeigt, die gegebenen Falles als durch kataleptische Todtenstarre veranlasst gedeutet werden kann.

Resumé.

Aus meinen Studien ergaben sich folgende Schlüsse:

1. Bei Einwirkung hoher Hitzegrade auf den lebenden als auch todten Hund entstehen gewisse charakteristische Gliederstellungen, welche je nach der Höhe der einwirkenden Temperatur von einerseits unter + 100° oder andererseits von + 100° und darüber verschieden ist. Werden sowohl lebende als auch todte Hunde in 65—90grädiges heisses Wasser hineingelegt, so tritt Beugung in sämmtlichen Gelenken der Extremitäten ein, während in 100grädigen siedendem Wasser, als auch bei Verbrennung in Flammenhitze, insoferne eine Aenderung der beschriebenen Gliederstellung eintritt, als eine spitzwinkelige Beugung in den Ellbogengelenken und eine Hyperextension in den Sprunggelenken sich einstellt.

Diese Gliederstellungen treten so regelmässig auf, dass man aus der Art derselben auf die Höhe der einwirkenden Temperatur von unter + 100° oder + 100° und darüber schliessen kann. Es treten somit je nach der Höhe der auf den Körper einwirkenden Temperatur

zwei verschiedene Arten der Gliederstellungen auf, welche ich als Wärmestarre ersten und zweiten Grades bezeichne.

2. Bei Verbrennungen von Menschen kommt auch diese Gliederstellung des zweiten Grades der Wärmestarre vor, namentlich dann, wenn der ganze Körper der Verbrennungshitze gleichmässig ausgesetzt war.

Die von Neugebauer bei einer verkohlten Leiche gefundene und von ihm beschriebene Stellung à la vache weist alle charakteristischen Merkmale der Wärmestarre zweiten Grades auf und kann nur als Verbrennungseffect, und zwar als durch die in Folge von Wärmestarre hervorgerufene Zusammenziehung der Muskeln entstanden, angenommen werden.

Da bei meinen Versuchen alle in der Bauchlage verbrannten Kinder je nach der Entwicklung der Musculatur in grösserem oder geringerem Masse die Stellung à la vache annahmen, so kann auch umgekehrt geschlossen werden, dass die in der Stellung à la vache gefundenen und verbrannten Leichen zu Beginn der Verbrennung in der Bauchlage sich befunden haben mussten.

Dagegen scheinen die bizarren Gliederstellungen Verbrannter, die sogenannten Fechterstellungen, bei denen aber doch auch immer der Grundtypus der Gliederstellung der Wärmestarre zweiten Grades zu finden ist, durch vier verschiedene Ursachen bedingt zu sein, und zwar:

a) Durch ungleichmässige Zusammenziehung der Adductoren und Abductoren, der Pronatoren und Supinatoren beider Körperseiten als Folge der ungleichmässigen Beeinflussung des Körpers durch die Hitze;

b) durch Schrumpfung der Muskeln;

c) durch zufällige Ursachen und

d) vielleicht auch durch kataleptische Todtenstarre, und zwar hauptsächlich bei Bränden in abgeschlossenen Räumen, wo die Menschen vor der Verbrennung den Erstickungstod durch Einathmen von irrespirablen Gasen sterben.

3. Das Auftreten dieser Gliederstellung der Wärmestarre ersten und zweiten Grades wird nicht von dem Vorhandensein oder Nichtvorhandensein der Todtenstarre beeinflusst.

4. Die Gliederstellung des ersten Grades der Wärmestarre entspricht bei Hunden derjenigen, welche bei der Todtenstarre beobachtet wird, doch ist bei ersterer die Beugung in sämmtlichen Gelenken meist eine hochgradigere.

5. Diese durch die Hitzeeinwirkung hervorgerufene Stellungsveränderung der Extremitäten wird nicht durch die Schrumpfung der Haut, sondern durch die Zusammenziehungen der Muskeln hervorgerufen.

6. Diese Zusammenziehungen der Muskeln stehen nicht unter dem Einflusse des Nervensystems, sondern entstehen in erster Linie und hauptsächlich durch Wärmestarre, und können erst bei hochgradiger Verkohlung der Leichen, und da auch nur nach Freilegung der Muskelbäuche und Einwirkung der Verbrennungshitze auf die ganze Peripherie derselben auch noch durch Schrumpfung in Folge Wasserverlustes veranlasst werden.

Die Gliederstellung nach dem Gesetze des zweiten Grades der Wärmestarre ist der vorherrschende Effect der Verbrennung, während die Schrumpfung der Muskeln erst eine Folge der durch lange dauernde Verbrennung hervorgerufenen Destruction des Körpers ist.

7. Der schrumpfende Muskel entwickelt eine bedeutende Kraftleistung. Derselbe vermag beiläufig das Zehnfache seines Gewichtes zu heben.

8. Die Ansicht v. Hofmann's, dass an den oberen Extremitäten die Beuger, an den unteren die Strecker prävaliren, scheint nach den Experimenten über Chloroformstarre ihre Bestätigung zu finden.

9. Doch finden bei Verbrennungen die Locomotionen der Extremitäten nicht in der Richtung der prävalirenden Muskelgruppen, sondern im Gegentheil in der Richtung der dünnen, langgestreckten oberflächlichen Muskeln der Beugeseiten statt.

10. Die Ursache dieser letzteren Erscheinung ist hauptsächlich in dem schlechten Wärmeleitungsvermögen der Haut, Fascien und namentlich der Muskeln, zum Theil aber auch darin zu suchen, dass die Beugemuskeln die physiologischen Eigenschaften der flinken oder weissen Muskeln besitzen, und dass die Eiweisskörper der Beugemuskeln viel empfindlicher gegen die Wärme zu sein und viel leichter und schon bei niedereren Temperaturen zur Gerinnung zu kommen scheinen als die der Streckmuskeln.

Die Streckung im Sprunggelenke im zweiten Grade der Wärmestarre muss dem Umstande zugeschrieben werden, dass der Gastrocnemius auch die physiologischen Eigenschaften der weissen oder flinken Muskeln besitzt, bei seiner Massigkeit jedoch erst bei Temperaturen, die die Gliederstellung des zweiten Grades der Wärmestarre erzeugen, durch Wärmestarre zur Verkürzung gelangt, während sein Antagonist, der verhältnissmässig viel dünnere Tibialis anticus, schon bei niedereren

Temperaturen von unter $+ 100^0$ wärmestarr wird. Damit erklärt sich auch die Erscheinung, dass beim ersten Grad der Wärmestarre bei den Hundeexperimenten Beugung in sämmtlichen Gelenken der Extremitäten zu finden war, während beim zweiten Grad der Wärmestarre sowohl bei Hunden als auch bei Menschen ausser der Beugung in sämmtlichen Gelenken eine Hyperextension im Sprunggelenke, beim Menschen auch eine Hebung des inneren Fussrandes gewöhnlich eintritt.

11. Das schlechte Wärmeleitungsvermögen der Haut, der Fascien und der Muskeln verhindert auch das plötzliche Auftrefen der Wärmestarre in allen Muskeln, somit auch den momentanen Eintritt der Wärmestarre des Herzens, weshalb auch die Annahme, der zufolge der momentane, blitzartige Tod bei Individuen, die unmittelbar in die Feuersgluth gelangten, zunächst wohl durch Gerinnung der organischen Flüssigkeiten (Wärmestarre in den Muskeln, insbesondere Zwerchfell und Herz) erfolgen soll, nicht richtig sein dürfte.

12. Das Wärmeleitungsvermögen der einzelnen Gewebe wird von der Oberfläche gegen die Tiefe zu ein immer schlechteres, so zwar, dass die Fascie ein schlechterer Wärmeleiter ist als die Haut, der Muskel ein noch schlechterer als die Fascie.

Was die Haut anbelangt, so leitet die dickere Haut die Wärme schlechter als die dünnere; die mit Fett unterpolsterte schlechter als die fettlose; unter der Einwirkung der Flammenhitze schlechter als unter der Einwirkung heissen Wassers; circumscripte Hautpartien leiten die Wärme schlechter, als wenn die ganze Hautoberfläche der Flammenhitze ausgesetzt wird.

Die Fascie zeigt dieselbe Widerstandsfähigkeit gegen Verbrennungshitze als die Dura mater und ist ein schlechterer Wärmeleiter als die Haut. Die Fascien auf den Streckseiten der Extremitäten sind mächtiger als die auf den Beugeseiten, daher auch schlechtere Wärmeleiter als die auf den Beugeseiten, was jedenfalls auf das Zustandekommen der gewissen typischen Gliederstellungen bei der Wärmestarre auch von Einfluss sein dürfte.

